DER BAU DER IRIS

DES

MENSCHEN UND DER WIRBELTHIERE.

GEKRÖNTE PREISSCHRIFT

VON

DR. MED. CARL FABER.

MIT 1 TAFEL.

LEIPZIG,
VERLAG VON F. C. W. VOGEL.
1876.

DER BAU DER IRIS

DES

MENSCHEN UND DER WIRBELTHIERE

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG IHRER MUSCULATUR.



GEKRÖNTE PREISSCHRIFT

VON

DR. MED. CARL FABER.

MIT 1 TAFEL.

LEIPZIG,
VERLAG VON F. C. W. VOGEL.
1876.

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit wurde im Sommer 1869 auf Veranlassung einer akademischen Preisaufgabe geschrieben. Obgleich von wohlwollenden Kritikern mehrfach zur Veröffentlichung derselben aufgefordert, kam ich doch diese ganze Zeit nicht dazu. Anfangs hatte ich weitergehende Pläne: ich wollte diese Arbeit zu einer sämmtliche fünf Wirbelthierklassen *gleichmässig* berücksichtigenden vergleichend-anatomischen Beschreibung des Bau's der Iris vervollständigen, während sie bisher nur für den Menschen auf Ausführlichkeit Anspruch machen, im übrigen dagegen nur als eine Skizze gelten konnte. Anderweitige Studien drängten diesen Plan in den Hintergrund, und ich wäre, als Jahr über Jahr hinging, zufrieden gewesen, auch nur einzelne Lücken in der Beschreibung der menschlichen Iris, welche ich vor der Einsendung zur Preisbewerbung nicht mehr hatte ausfüllen können, sowie die inzwischen erschienene Literatur nachzuholen. In dieser Hoffnung hat mich das Manuscript u. a. viermal über den Aequator, einmal um den ganzen Erdkreis begleitet, ohne dass ihm jedoch die Musse des Seelebens zu gut gekommen wäre. Näherliegende Arbeiten haben stets die Wiederaufnahme

dieser anatomischen Studien verhindert. So muss ich denn meine Arbeit, wenn sie sich nicht unabsehbar verjähren soll, veröffentlichen, ohne jenen ersten weitgehenden, oder auch nur den zweiten bescheideneren Plan zur Ausführung gebracht zu haben. Um so mehr möchte ich für dieselbe um gütige Nachsicht bitten.

Leipzig, den 29. Januar 1876.

A.

Geschichtliche Entwicklung
der Lehre von der Bewegung der Iris und ihrer Musculatur; vom Alterthum bis auf die neueste Zeit.

Die Zweckmässigkeit einer Arbeit wird am besten dargethan durch die Geschichte des bezüglichen Gegenstands. Aber auch an und für sich dürfte eine historische Darstellung gerade unseres Gegenstands keine undankbare Aufgabe sein; denn die einschlägige Literatur hat zumal in der neuesten Zeit einen solchen Zuwachs erhalten, dass eine Uebersicht über dieselbe erwünscht sein kann.

Schon in alten Zeiten hat die Iris, die „Blendung des Auges“, wie sie der deutsche Ausdruck treffend bezeichnet, vielfach die Aufmerksamkeit erregt. Ihre Farben, deren Mannigfaltigkeit [1]) das Organ den Namen Iris oder Regenbogenhaut verdankt, wurden von den Dichtern besungen. Die Anatomen und Physiologen interessirten vor allem ihre in die Augen fallenden Bewegungen; memorabile adeo-phaenomenon (Blumenbach).[2]) Die Versuche, dieses Phänomen

---

1) Auch die Antilope (verstümmelt aus *ἄνθολοψ* von *ἄνθος* und *ὄψ*, also = Blumenauge) soll daher ihren Namen haben.

2) De oculis leucaethiopum et iridis motu commendatio. Göttingen 1786, p. 19.

zu erklären, reichen ins Alterthum hinauf. Die älteste Erklärung nahm die „Spiritus animales" zu Hilfe. Galen[1]) setzte an deren Stelle ein materielleres Agens, das Blut. Der Erste, welcher den Zusammenhang und die Proportionalität zwischen Lichtreiz und Irisbewegung erkannte, soll der arabische Arzt Rhazes[2]) gewesen sein.

Weiterhin entdeckte der auch sonst um die physiologische Optik verdiente Jesuit Scheiner[3]) den Einfluss der Entfernung der Gegenstände auf den Grad der Pupillenweite. Dass der Einfluss, welchen das Licht auf die Bewegung der Iris hat, kein unmittelbarer, sondern von der Retina aus übertragen ist, haben Zinn[4]), Joh. Rud. Müller[5]) und Fontana[6]) experimentell nachgewiesen. In welcher Weise nun diese Uebertragung geschieht, darüber gingen die Ansichten wesentlich auseinander.

Morgagni (1682—1771) glaubte, die Retina gerathe durch den Lichtreiz in Vibrationen, welche sich durch Vermittlung des Ciliarkörpers der Iris mittheilen und diese zu Bewegungen anregen. Statt dieser grob dynamischen Erklärung nahmen andere, so Blumenbach[7]), lange vor der Begründung der Lehre von den Reflexbewegungen, gewissermassen in Vorahnung derselben, ein „Sensorium commune" an, welches von dem auf die Retina wirkenden Reiz erregt, diesen auf die Iris übertrage und dieselbe zu entsprechender Bewegung anrege.

Vermittelst welcher anatomischen Vorrichtungen

---

1) De symptom. caus. cap. II. De usu part. X. c. 5.

2) Tractat. prim. ad regem Almanzor. cap. VIII. fol. 13. ed. Lugdun. 1511.

3) Oculus s. fundamentum opticum.

4) De motu uveae 1757.

5) De irritabilitate iridis hincque pendente motu pupillae Basil. 1760. p. 9 ff. 6) Dei moti dell' iride 1765. 7) l. c. p. 29.

aber diese Bewegungen zu Stande kommen, darüber waren in älterer Zeit die Meinungen sehr getheilt. Es lassen sich hier zwei Hauptrichtungen unterscheiden: Die eine führt die Irisbewegung ganz oder theilweise auf Muskelaction, die andere auf anderweitige Vorrichtungen zurück. In Anbetracht des damaligen Standes der positiven Kenntnisse, bei welchem von Histologie noch keine Rede war, muss wohl der letzteren Richtung mehr Berechtigung zuerkannt werden; denn „man muss sich nicht eine Structur ausdenken, welche man sinnlich nicht wahrnehmen kann" (Haller); ein noch in der Gegenwart beherzigenswerther Grundsatz. Damals wäre auch Grünhagen's[1]) Ausspruch mit Beziehung auf die Annahme eines M. dilatator pupillae zeitgemäss gewesen: es scheine ihm, „als wäre der Natur sozusagen durch ein physiologisches Bedürfniss ein histologisches Ergebniss aufgedrungen worden". Denn damals waren die Vertheidiger von musculösen Apparaten der Iris noch nicht im Stande, diese ad oculos zu demonstriren, da die hierzu erforderlichen optischen Hilfsmittel noch auf der primitivsten Stufe der Ausbildung standen.

Je vager aber die Kenntniss eines Gegenstandes, desto weiter pflegen die Ansichten auseinander zu gehen; so auch hier, zumal auf Seite der Gegner einer Irismusculatur. Zwar stimmten diese meist soweit überein, dass sie die Pupillenverengerung von dem Zuströmen von Flüssigkeit, die Erweiterung von ihrem Wiederabfluss herleiteten; doch über die Natur derselben bestand grosse Meinungsverschiedenheit. Fabricius ab Aquapendente[2]) näherte sich wieder der ältesten Erklärung von den „Spiritus animales", indem er

1) Ueber das Vorkommen eines Dilatator pupillae in der Iris des Menschen und der Säugethiere, Zeitschrift für rationelle Medicin. Band XXVIII. S. 177.

2) Tractat. anat. de oculo, aure et larynge. 1613. p. 58.

einen „Succus spirituosus“ annahm, durch dessen Zuströmen gewissermassen eine Erection der Iris erfolge. Noch beinahe ein Jahrhundert später spricht Mery[1]) von „esprits animaux“, durch deren Zufluss die Pupille verengert werde, während deren Erweiterung auf elastischen Kräften beruhe. Als man anfing, von jenen mystischen Flüssigkeiten wieder zurückzukommen, galt den Einen die Parenchymflüssigkeit, Anderen nach dem Vorgang Galen's das Blut als das Agens. Letztere Ansicht war nicht blos in älterer Zeit durch berühmte Anatomen (Haller[2]), Wrisberg, Ferrein[3]), Prochaska, zum Theil auch Langenbeck und Sömmering)[4]), sondern selbst dann noch vertreten[5]), als Muskeln in der Iris nicht nur beim Vogel, sondern auch bei den Säugethieren von verschiedenen Seiten bereits mit Bestimmtheit nachgewiesen waren. Dass übrigens dem Blut, beziehungsweise den mit verschiedenem Füllungszustand verbundenen Gefässbewegungen noch heutzutage und mit Recht ein Einfluss auf die Irisbewegung eingeräumt wird, soll unten weiter ausgeführt werden.

Neben der am meisten verbreiteten Erectionstheorie gab es in älterer Zeit noch verschiedene, zum Theil abenteuerliche Erklärungsversuche. Weitbrecht[6]) glaubte, dass Veränderungen in der Ausdehnung des Glaskörpers die Bewegungen der Iris bedingen. Della Torre[7]) führte diese auf die Zusammenziehung der Irisnerven zurück. Nach Blumenbach[8]) „iridis motus ex vita ejus propria deri-

1) Mém. de l'Acad. 1704. ed. 4. p. 383.
2) El. phys. XVI, II, p. 371. Prim. lin. § 512.-
3) Mém. de l'Acad. 1741. p. 379.
4) Bearb. v. Haller's Grundr. d. Phys. 1788. S. 391.
5) Fario, Memorie. 1844. — Caddi, Gaz. méd. de Paris 1846. p. 511.
6) Can. Petrop. t. XIII. p 349.
7) Nuove osservat. microscopiche p. 68. 8) l. c. p. 34 ff.

vatur". Durch grössere Bestimmtheit zeichnet sich die Ansicht aus, welche Dömling[1]), Grapengieser[2]), E. H. Weber[3]), Rudolphi[4]) und Fr. Arnold[5]) vertraten. Weber fasste dieselbe dahin zusammen, dass die Iris „eine irritable, aus Gefässen und Nerven und mit Contractilität zwar begabten, indess nicht musculösen und dabei in unbestimmter Ordnung vertheilten Fasern zusammengeflochtene, schwammige Substanz" sei.

Im Anschluss hieran mag die geschichtliche Entwicklung der Frage über die Weite der Pupille im Ruhezustand einen Platz finden.

Blumenbach[6]) hält für den „Status iridis naturalis" den der Dilatation, Zinn[7]), Fontana[8]), Cajetanus Toracca[9]), Dömling[10]) und Palmedo[11]) dagegen den der Pupillenenge, weil diese auch während der Schlafs beobachtet werde. Diesem Einwand hält Blumenbach die Macht der Gewohnheit, „consuetudinis vis", entgegen; da nämlich die Pupille während des langen Schlafs, welchen der Fötus im Mutterleibe schläft, sich an den Verschluss durch die Pupillarmembran gewöhnt habe, so suche sie einen solchen auch während des täglichen Schlafs wieder zu gewinnen. Erst Budge[12]) hat dieser Frage eine wissenschaftliche Grundlage gegeben, indem er nicht nur darauf hinwies, dass man im Schlafe nicht gerade „bloss passive

1) Reil's Arch. f. Phys. V. S. 343.
2) Asclepieion. 1811. Nr. 183. p. 1314.
3) De iridis motu. 1821. p. 43.
4) Phys. II. S. 218.
5) Anat. u. physiol. Unters. üb. das Auge d. Menschen. 1832. S. 74.
6) l. c. S. 25. 7) l. c. S. 57. 8) l. c.
9) Giornal. di Medic. IV. p. 321.
10) Reil's Archiv. V.
11) De iridis motu. p. 52.
12) Ueber die Bewegung der Iris. Bonn 1855. S. 67.

Bewegungen sieht", und dabei an den Augenliderverschluss und an die Stellungen vieler Thiere während des Schlafes erinnert, sondern auch durch Experimente gezeigt hat, dass im Ruhezustand, wie wir ihn durch Abhalten des Lichts oder Durchschneidung des Sehnerven herstellen können, die Pupille mässig erweitert ist. Dies ist daraus zu erklären, dass jetzt der Sphinkter sich im Zustand der Erschlaffung, der Dilatator dagegen sich in mässiger activer Spannung befindet. Durchschneidung des den Sphinkter innervirenden Oculomotorius hat daher keine Wirkung auf die Pupille, wohl aber hat Durchschneidung des Sympathicus Erweiterung der Pupille zur Folge, indem dadurch der Dilatator gelähmt wird.

Diese Thatsachen führen uns zu jener zweiten Hauptrichtung in der Lehre von der Irisbewegung hinüber, welche diese auf Muskeln zurückführt. Da diese Annahme anfangs lediglich nur auf Speculation beruhte, so gingen auch hier die Meinungen im einzelnen weit auseinander.

Vesling[1]) lässt die Irisbewegung von der Musculatur des Ciliarkörpers ausgehen, während er der Iris selbst eine solche abspricht. Im Gegensatze hierzu wurde von Anderen die Iris in ihrer Gesammtheit geradezu für einen Muskel angesprochen. Vielleicht schon Avicenna[2]) (mit seinem ursprünglichen Namen Abu Ali el Hussein Ebn Abdallah Ebn Sina, „der grösste der arabischen Aerzte" 978–1036) hat die musculöse Natur der Iris vermuthet. Weiterhin findet sich diese Ansicht sehr allgemein vertreten, so von J. Riolan[2]), Valsalva, Morgagni[3]), welch letzterer übrigens blos radiäre Muskelfasern annimmt; Ruysch,

1) Syntagma anat. Patav. 1652. p. 202.
2) Canon, Tr. 3. Fen. 1. c. 1.
3) Anthropographia et osteologia. Par. 1626. p. 416 u. 429.
4) Adv. anat. I. p. 385.

welcher anfangs[1]) auf der anderen Seite gestanden hatte, später[2]) dagegen beiderlei, Circulär- und Radiärfasern anführt, ohne übrigens letztere zur Ansicht bringen zu können; ferner Drélincourt[3]), Casserius[4]), Heister[5]), Cheselden, Maitrejean, Boerhave[6]), Winslow[7]), Taylor, Porterfield[8]). Letzterer spricht bloss von Radiärfasern, Whytt[9]) dagegen von einem Sphincter und Laxator pupillae. Jener umgebe den Umfang der Pupille unmittelbar, dieser bestehe aus einer Anzahl von strahlenförmigen Bündeln, welche von dem grossen Umfange der Iris ausgehen und sich in den Sphinkter wie die Speichen eines Rades einfügen. Zu dieser Darstellung des Dilatator pupillae ist wohl Whytt, wie auch andere nach ihm, durch den Anblick der hinteren Irisfläche mit ihren Radiärleisten verleitet worden. Zinn[10]) erkannte blos eine radiäre, Demours blos eine circuläre Musculatur der Iris an. Die Arbeiten von Janin[11]) und Monro[12]) gehören noch dem vorigen, die von Maunoir[13]), G. Carus[14]), Home[15]), Lobe[16]),

1) Respons. ad epist. anat. p. 13.
2) Thes. anat. 2. Ass. 1. p. 15. Ass. 2. p. 7.
3) Bibl. anat. p. 3.
4) Pentaesth. L. V. Tb. V. F. 9. 5) De chorioid. §. 10.
6) Instit. med. et praelect. acad. §. 519 sqq.
7) Anat. sect. 10. §. 220.
8) On the eye. I. p. 153.
9) Essay on the vital and other involuntary motions p. 109.
10) Descript. ocul. p. 78.
11) Anat.-phys. u. physik. Abhandl. u. Beob. über d. Auge u. dessen Krankh. Uebers. 1776. S. 9.
12) Three treatis. on the brain, the eye and the ear. Edinb. 1797. p. 110. Tab. III.
13) Mém. sur l'organis. de l'iris etc. Par. 1812.
14) Lehrb. d. Zootomie. Leipz. 1818. S. 293.
15) Philos. Transact. 1822. Tab. VI, 8, VII, 1.
16) Halleri disp. anat. VII, 2, p. 91.

Kieser[1]), Travers[2]), Jakob[3]), Jennings[4]) und Muck[5]) dem Anfange dieses Jahrhunderts an.

Maunoir war der Erste, welcher den Ringmuskel der Iris beim Vogel (Uhu und Schwan) mit dem Mikroskop nachwies, ohne indess die Querstreifung desselben zu erkennen. Diese Entdeckung, anfangs angezweifelt, wurde von Muck bestätigt. Radiäre Fasern, obgleich hier so leicht nachzuweisen, verwarf er beim Vogel, wie beim Säugethiere. Gerade entgegengesetzt nehmen Lobe und Kieser, wie schon Morgagni und Zinn, blos radiäre, vom äusseren Rande der hinteren Irisfläche entspringende Muskelfasern an. G. Carus gelangte „fast zu der Gewissheit, dass (bei Vögeln und Säugethieren) Erweiterung und Verengerung der Pupille doch, trotz der mannigfaltigen, dagegen aufgestellten Gründe, wahre Muskelcontraction sei, jedoch so, dass (vollkommen wie an den Augenlidern) die äussere Fläche mit concentrischen Fasern den Schliessmuskel, die innere Fläche mit excentrischen Fasern die eröffnenden Fibren der Pupille enthalte."

G. R. Treviranus[6]) erkannte mittelst einfacher Linsen, welche 300fach vergrösserten, beim Vogel (Falco tinnunculus) quergestreifte circuläre Muskelfasern am Ciliarrande der Iris. Die Erweiterung der Pupille führt er auf elastische Kräfte zurück, da er Radiärmuskelfasern nicht auffinden konnte.

Verfolgen wir nun, der besseren Uebersicht halber, die Entwickelung der Kenntniss von der Irismusculatur des

---

1) Himly's u. Schmidt's ophth. Biblioth. II, 3, S. 110.
2) Hamb. Mag. d. ausl. Lit. d. Heilk. II. S. 425.
3) Medico-chirurg. Transact. XII. p. 509.
4) Froriep's Notizen 21, S. 133.
5) De gangl. ophthalm. et nerv. ciliar. Landish. 1815. p. 40, 78.
6) Vermischte Schriften. 1820. Bd. III. S. 167.

Vogels im Zusammenhange bis auf die neueste Zeit, so ist weiterhin die Arbeit Krohn's [1]) zu nennen, welcher bei zahlreichen, von ihm untersuchten Vögeln (Tagraubvögeln, Eulen, Papageien, Singvögeln, Tauben, hühnerartigen und Schwimmvögeln) einen, die ganze Breite der Iris einnehmenden, übrigens vom Ciliar- gegen den Pupillarrand an Mächtigkeit abnehmenden Sphincter s. Tensor iridis beschrieb, dagegen, gleichwie Treviranus, die Annahme eines Radiärmuskels als eine „durch das Zeugniss des Mikroskops nicht bestätigte Hypothese" verwarf; ebenso Valentin [2]), Brücke, Bowman u. A., welche sich auf die Bestätigung der Existenz des Sphinkter beschränkten. Erst v. Kölliker [3]) wies beim Truthahn einen, gleichfalls quergestreiften, Dilatator pupillae nach, weiterhin H. Müller [4]) bei verschiedenen anderen Vogelarten (Raben, Falken, Eulen, Tauben). Dagegen hält v. Wittich [5]) die „allerdings fast in allen Vogelaugen vom äusseren Irisrande sich nach innen erstreckenden Bündel" für „grössere Nervenstämmchen."

Budge [6]) und Grünhagen [7]) nehmen, jeder in seiner Weise, eine vermittelnde Stellung ein. B. erkennt blos den Sphinkter an; doch sollen seine Fasern zum Theil in die radiale Richtung umbiegen, ohne indess den Ciliarrand zu erreichen; vielmehr sollen sie nach aussen wieder die circuläre Richtung einnehmen.

1) Ueber die Structur der Iris der Vögel und ihren Bewegungsmechanismus. Müller's Arch. 1837. S. 357.

2) Repertorium. 1837. S. 248.

3) Mikroskop. Anat. Leipz. 1864. Bd. II. S. 643.

4) Arch. f. Ophthalmolog. III. Abth. 1. 1857. S. 26.

5) Ibid. II. Abth. 1. 1856. S. 129.

6) l. c. S. 22 sq.

7) Ueber Irisbewegung. Virch. Arch. Bd. XXX. 1864. Ueber das Vorkommen eines Dilatator pupillae in der Iris des Menschen und der Säugethiere. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXVIII. 1866. S. 187.

Grünhagen gesteht den einen Vögeln den Dilatator pupillae zu, anderen spricht er denselben ab. „Diejenigen Vogelarten, bei denen der Sphincter iridis nicht die ganze Regenbogenhaut vom Pupillen- bis zum Ciliarrande, sondern nur einen kleinen Theil des ersteren, ähnlich wie bei den Säugethieren, einnimmt, haben keinen Dilatator; wenigstens gelang es uns nicht, ihn zu finden." Zu jenen Vogelarten zählt Gr. das Huhn, den kleinen Würger, zu diesen Gänse, Eulen, Schnepfen, Wachteln. Doch hat v. Hüttenbrenner [1]) gezeigt, dass auch letzteren, überhaupt allen von ihm untersuchten Vogelarten (Landadler, Eulen, Drosseln, Raben, Tauben, Rebhühnern, Haushühnern, Schnepfen, Gänsen, Wildenten) ein Dilatator zukommt, und dass sich der Sphinkter allgemein vom Pupillen- bis zum Ciliarrande erstreckt. — Die neueste Arbeit über die Irismusculatur der Vögel wird von Dogiel [2]) in einer vorläufigen Mittheilung angekündigt. Während v. Hüttenbrenner [3]) zwar ein Umbiegen von concentrischen in radiäre Fasern, nicht aber ein Uebergehen derselben in den „eigentlichen" Dilatator annimmt, welcher vielmehr in einer eigenen Schicht hinter jenen liegen soll, findet nach Dogiel ein solcher Uebergang statt.

Auch bei den Reptilien wurde eine quergestreifte Irismusculatur schon frühzeitig erkannt von Krohn, Valentin, Brücke u. A. H. Müller [4]) wies dieselbe bei Schildkröten und Chamäleonen nach; v. Hüttenbrenner [5]) beschreibt

1) Unters. üb. die Binnenmuskeln d. Auges. Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. Bd. LVII. I. Abth. 1868. S. 515.

2) Ueber den M. dilatator pupillae bei Säugethieren und Vögeln. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1869. Nr. 22.

3) l. c. S. 518 sq.

4) Gräfe's Archiv. IV, 2. S. 280.

5) l. c. S. 520.

von Lacerta agilis circuläre und radiäre Muskelfasern, welche ineinander übergehen.

Bei den übrigen drei Wirbelthierklassen, Säugethieren, Amphibien und Fischen, sowie bei den Cephalopoden, wurde in der Iris glatte Musculatur gefunden. H. Müller und v. Kölliker [1]) wiesen solche in der Iris von Loligo todarus nach. Bei den Selachiern (Plagiostomi) fand v. Kölliker [2]), im Widerspruche mit Brown-Séquard nach Behandlung mit Salpetersäure, Muskelfasern in der Iris. Beim Frosche erkannte schon Budge [3]) einen Sphinkter. Grünhagen [4]) sah gleichfalls in der dem Sphinkter der Säugethiere entsprechenden Irispartie bei Rana temporaria und esculenta glatte Muskelfasern.

Bei den Säugethieren hat zuerst Valentin [5]) die Irismusculatur mit Bestimmtheit erkannt. Er gibt folgende Beschreibung davon, welche freilich mit unseren gegenwärtigen Anschauungen von der Anordnung derselben wenig übereinstimmt: „Die Bündel der glatten Muskelfasern sind maschenartig aneinandergeheftet. Ihr Hauptgang beschreibt immer Bogenabschnitte, die sich mit ihrem convexen Theile an die analogen convexen Theile anderer Bögen anlegen, so dass je zwei Bögen an ihren convexesten Theilen und in ihrer Mitte einander longitudinal berühren; an den beiden Enden dagegen auseinanderweichen. Der grössere Theil des Muskelverlaufes ist longitudinal, nur ein geringerer transversal.“ Um dieselbe Zeit (1837) haben auch Krohn [6]) und Lauth [7]) die Irismusculatur des Menschen beschrieben; doch weichen diese drei Autoren sehr wesentlich

1) l. c. S. 643. 2) l. c. 3) l. c. S. 51.
4) Zeitschr. f. rat. Medic. Bd. XXVIII. S. 179. T. IX, 9.
5) Valentin's Repertor. II. 1837. S. 247—248.
6) l. c. S. 379.
7) Institut. Nr. 57, 70, 73.

von einander ab. Nach Krohn besitzt der Pupillarring concentrisch angeordnete Fasern, welche mit den Elementen der Fleischhäute des Darms und der Luftröhre verglichen werden, „an denen man bisher keine Querstreifen zu entdecken vermochte.“ Lauth spricht blos von Radiärfasern. Schwann[1]) unterscheidet verengernde und erweiternde Muskelfasern der Iris, welche er indess beim Menschen nicht isoliren, dagegen beim Schweine selbst ohne Maceration durch einfaches Zerzupfen darstellen konnte. Auch Maunoir[2]) beschreibt sowohl Ring- als Längsfasern. Letztere erstrecken sich vom Ligamentum ciliare bis zum Sphinkter, so dass der Dilatator 3/4, der Sphinkter 1/4 vom Radius der Iris einnimmt. Nach Pappenheim, Huschke und Brücke[3]) entspringt der Dilatator pupillae von der inneren Fläche der glasartigen Lamelle der Hornhaut. „Seine Fasern lassen die grossen Gefässe und Nerven der Blendung zwischen sich durchtreten und verlaufen dann hinter denselben zum Pupillarrand, wo sie sich in den Verengerer der Pupille verlieren.“

Gegen die Existenz des Dilatator pupillae beim Menschen erhoben sich anfangs noch Zweifel von Seiten neuerer Anatomen. F. Arnold sprach der Iris des Menschen und der Säugethiere Muskeln überhaupt ganz ab, während Robin und Hyrtl wenigstens den Dilatator verwarfen und denselben durch elastische Kräfte ersetzt dachten. Hyrtl wurde vor allem durch das (scheinbar) verschiedene Verhalten des Sphinkter und Dilatator Lichtreiz gegenüber an der Existenz des letzteren irre. Wie sollte es denkbar sein, dass der Sphinkter auf Lichtreiz, der Dilatator im Gegentheile auf Lichtmangel sich contrahirt? Also wird durch Verwerfung

1) Joh. Müller's Handb. d. Physiol. 1840. Bd. II. S. 36.

2) Gaz. méd. 1844. Nr. 8. p. 125.

3) Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1847. S. 18.

des Dilatator der unlösbare Knoten durchgehauen! Und doch ist derselbe nicht so sehr schwer zu lösen. Der Sphinkter ist, wie schon ein Blick auf die Volumverhältnisse beider Muskeln zeigt, weitaus der Stärkere. In Folge der zwischen Iris und Retina bestehenden Reflexbeziehung reagirt derselbe auf Lichtreiz mit einer entsprechenden Contraction. Dabei hat er den Widerstand des beständig in mässiger activer Spannung (Tonus) befindlichen (s. oben Budge's Experiment) Dilatator zu überwinden. Der Sphinkter verharrt im Zustande der Contraction, so lange der Lichtreiz einwirkt. Mit diesem hört auch jene auf, und nun löst die Action des Dilatators ein positives Resultat aus.

Später[1]) erkannte Hyrtl die Existenz des Dilatator an, beschränkt sich übrigens darauf, denselben beim Namen zu erwähnen. Nun aber findet er hinwiederum die Wirkung der Narcotica unerklärlich, welche bei gleichzeitiger Lähmung beider Muskeln eine Erweiterung der Pupille bewirken. Doch ist auch dieser Widerspruch blos ein scheinbarer und die Erklärung hiefür dieselbe, welche ich soeben gegeben habe. Setzen wir die Kraft, mit welcher sich der Sphinkter zusammenzieht $= s$, die Kraft, welche die oben erwähnte constante active Spannung des Dilatator repräsentirt, $= d$, so ist $s - d$ die netto Kraft, welche dem Sphinkter zur Verengerung der Pupille übrig bleibt. Hierbei ist es gleichgiltig, dass s eine, nach der Stärke des Lichtreizes wechselnde Grösse ist. Tritt nun gleichzeitige Lähmung beider Muskeln durch das Narcoticum ein, so wird das Aufhören der Kraft $s - d$ sich in Erweiterung der Pupille ausdrücken.

Ausser Budge hat auch v. Kölliker[2]) die Existenz

1) Lehrb. der Anat. d. Menschen. 10. Aufl. Wien 1868. S. 533.
2) Zeitschr. f. wissensch. Zoolog. I, 6.

des Dilatator pupillae durch das Experiment dargethan. v. Kölliker schnitt beim lebenden Kaninchen den Pupillarring und damit den Sphinkter vollständig weg und reizte hierauf die Iris elektrisch, worauf sich dieselbe verschmälerte. Dies, schliesst er, ist nur durch Muskelzusammenziehung zu erklären. v. Kölliker hat auch die erste ausführliche und exacte anatomische Beschreibung [1]) der Irismusculatur gegeben, welcher übrigens weniger das menschliche, als das Kaninchenauge zu Grunde gelegt zu sein scheint. Der Sphinkter pupillae hat nach v. Kölliker „die Form eines $^1/_4{}'''$ breiten, genau am Pupillarrande der Iris befindlichen und der hinteren Fläche näheren, platten Ringes." Die einzelnen Fasern sind 0,02—0,03''' lang. Ausserdem findet sich in der Gegend des Annulus iridis minor noch ein zweiter ganz schmaler ($^1/_{10}{}'''$), der vorderen Irisfläche näherer Muskelring. Der Dilatator pupillae bildet keine continuirliche Schicht, sondern ist in zahlreichen, da und dort netzförmig miteinander unter spitzen Winkeln communicirenden Bündeln angeordnet, welche vom Ciliarrande bis zum Sphinkter verlaufen. Hier gehen dieselben grösstentheils unter Arkadenbildung in den letzteren über, schwächere Faserzüge verlaufen hinter oder zwischen den Sphinkterfasern bis gegen den Pupillarrand, ohne denselben indess für gewöhnlich zu erreichen. Bezüglich ihres Ursprunges nimmt v. Kölliker, wie Brücke, einen Durchtritt der Dilatatorfasern zwischen den Gefässen und Nerven auf die hintere Irisfläche an, hat aber den eigentlichen Ursprung noch nicht zur Ansicht bringen können. v. Kölliker hält indess diese Darstellung neuerdings [2]) gegenüber der Beschreibung, welche Henle [3]) von der Irismusculatur des

1) Mikroskop. Anatomie. Leipzig 1854. Bd. II. S. 638 sq.

2) Handb. d. Gewebelehre d. Menschen. 5. Aufl. 1867. S. 667.

3) Handb. d. Eingeweidelehre d. Menschen. 1866. S. 634.

Menschen und speciell vom Dilatator gegeben hat, bloss noch für das Kaninchen aufrecht. Der Ursprung des Dilatator scheint ihm jetzt in der Substanz der Iris am Ciliarrande stattzufinden; seine Lage „mehr an der hinteren Fläche der Iris zwischen den Gefässen" zu sein.

Ein Jahr nach der ersten Beschreibung v. Kölliker's (1855), gab Budge[1]) gleichfalls eine ausführliche Darstellung der Irismusculatur. Als Ursprungsstelle des Dilatator bezeichnet Budge ein verdichtetes Bindegewebe an der Verbindungsstelle der Iris und Chorioidea bezw. des Corpus ciliare, welches sich bis zum Ansatzpunkte der Descemet'schen Haut verbreitet. Näheres über die Art dieses Ursprunges und die räumlichen Verhältnisse des ersten Verlaufes des Dilatator gibt Budge nicht an, wohl aber bezüglich der Insertion. Es biegen die Fasern nach innen um und verlieren sich grösstentheils im Zellgewebe des Ringmuskels, theilweise biegen sie aber auch „geradezu" um, wodurch eine Schlingenform entsteht, ähnlich, wie man sie früher als sehr verbreitet für die Nervenendigungen annahm. Während v. Wittich[2]) dem Vogel einen Dilatator pupillae abspricht, ist die Existenz desselben bei den Säugethieren „wohl ganz ausser Zweifel." Nach v. Ammon[3]) fangen „die Longitudinalfasern dicht am Tensor chorioideae, an dessen innerem Rande, an und erstrecken sich nach vorn, wo sie am inneren Rande des Pupillenmuskelringes auf diesen in geradem Winkel auftreffend endigen."

Nachdem bereits die Annahme von der Existenz des

---

1) l. c. S. 19 sqq.

2) Vergl. histol. Mittheil. I.: Ueber d. Bau d. Chorioidea d. Säugethier- und Vogelauges. Arch. f. Ophthalm. 1856. II, 1.

3) Entwicklungsgesch. d. menschlichen Auges. Arch. f. Ophthalm. 1858. IV, 1. S. 125.

Dilatator pupillae eine ganz allgemeine geworden war, wurde dieselbe in neuester Zeit von einigen Seiten wieder in Abrede gezogen (Mayer[1]), Grünhagen[2]), Hampeln[3])). Grünhagen durch Zweifel über die Richtigkeit der gewöhnlichen Erklärung von der Wirkung des Atropin und einiger anderer Alkaloide auf die Iris zu eingehenden physiologischen und anatomischen Untersuchungen veranlasst, kam zu dem Resultate[4]): „Es gibt in dem Auge des Menschen und der Säugethiere keinen Dilatator pupillae.“ Die Arkaden v. Kölliker's werden auf Faltenbildung und das Hervortreten der Gefässe der hinteren Irisfläche bezw. Verwechselung mit deren Endothel zurückgeführt. Doch der weiteren Wiedergabe von Grünhagen's Darstellung geht am besten Henle's[5]) treffende Beschreibung voraus, auf welche sich eine zweite Arbeit von Grünhagen vielfach bezieht.

Henle fand den Dilatator pupillae beim Menschen als eine continuirliche, vom Ciliar- bis zum Pupillarrande sich erstreckende, sehr dünne Muskellage, welche die hintere Irisfläche einnimmt (daher „hintere Begrenzungshaut der Iris“ genannt). Dieselbe ist bedeckt und durchzogen von Pigmentkörnern, welche die Unterscheidung der Faserzellen und ihrer Kerne sehr erschweren; nur bisweilen gelang es ihm, auf Essigsäurezusatz einen Kern sichtbar zu machen, sowie in seltenen Fällen eine Faser zu isoliren. Die chemischen Reactionen der letzteren sprechen für ihre musculöse Natur. Ueber den Ursprung und Ansatz des Dilatator spricht sich Henle nicht genauer aus. Von einem Uebergang desselben in den Sphinkter schweigt er.

---

1) Verhandl. d. nat.-histor. Vereins in Bonn. X.
2) Ueber Irisbewegung l. c.
3) Ein Beitrag zur Anatomie der Iris. Diss. Dorpat. 1869.
4) l. c. S. 504. 5) l. c.

Dagegen spricht Grünhagen[1]) der „hinteren Begrenzungshaut“ Henle's musculöse Natur ab. Die Faserung ist nur eine scheinbare, künstlich durch Einwirkung von Reagentien erzeugte; denn es gelang Grünhagen nie, durch Moleschott'sche Kalilösung oder Salpetersäure Fasern zu isoliren. Jene Schicht ist vielmehr als die „Protoplasmamatrix des Pigmentepithels“ anzusehen. Eine kritische Analysirung der Grünhagen'schen Angaben werde ich unten bei meiner Beschreibung des Dilatator versuchen. Obgleich derselbe für Grünhagen wegfällt, ist er doch bezüglich Erklärung der Irisbewegung in keiner Verlegenheit, wie folgendes von ihm aufgestellte System[2]) beweist:

I. Verengerung der Pupille wird hervorgerufen: a) durch Reizung des Oculomotorius und dadurch bedingte Contraction des Sphinkter; b) durch Reizung des Trigeminus und dadurch herbeigeführte Veränderung des Irisgewebes, Herabsetzung seiner Elasticität bei gleichzeitiger Zunahme des intraoculären Drucks durch vermehrte Secretion des Humor aqueus; c) durch Lähmung des Sympathicus und dadurch bedingte Erschlaffung der Gefässmusculatur.

II. Erweiterung der Pupille tritt ein: a) nach Lähmung des Oculomotorius; b) nach Lähmung des Trigeminus; c) nach Reizung des Sympathicus durch die Contractur der Irisgefässe.

v. Luschka[3]) bestätigt dagegen wieder die Existenz des Dilatator pupillae. Derselbe ist in zweierlei Weise angeordnet, theils als eine vom Ciliar- bis gegen den Pupillarrand reichende zusammenhängende Lage aus kurzen, auf-

---

1) Ueber das Vorkommen eines Dilatator pupillae. Zeitschr. f. rat. Medic. Bd. XXVII. 1866. S. 176.

2) Virch. Arch. 1864. XXX. l. c. Bemerkungen die Iris betreffend. Berl. klin. Wochenschr. 1865. Nr. 23, 24. Zeitschr. f. rat. Med. 1866. XXVII. S. 189.

3) Die Anatomie des menschlichen Kopfes. Tübingen 1867. S. 416.

fallend hellen Spindelkörperchen, welche der Pigmentschicht der Iris so nahe liegt, dass sich deren Moleküle theilweise zwischen sie fortsetzen, theils in Gestalt von radiären Faserzügen, welche den „grösseren Gefässen adjungirt sind". Ausser der Musculatur nimmt v. Luschka noch einen anderen Factor als bei der Irisbewegung betheiligt an, nämlich die Gestalts- und Volumveränderungen der ungemein mächtig entwickelten Irisgefässe. „Die Blutgefässe, welche eine ausgezeichnet dicke, durch Zellennetze verstärkte Adventitia haben, bilden den so sehr überwiegenden Bestandtheil der Iris, dass sie nicht ausschliesslich weder als Ernährungs- noch als Secretionsapparat zu betrachten sind. Sie haben vielmehr hauptsächlich die Bedeutung eines ebenso leicht compressibeln, als bei der Verengung zum ursprünglichen Volum zurückkehrenden Gewebes, welches zugleich der Muskelaction einen möglichst geringen Widerstand leistet." Ich glaube, dass v. Luschka die Rolle, welche die Gefässe bei der Irisbewegung spielen, noch als eine zu passive dargestellt hat. Die vergleichende Anatomie gibt, wie unten gezeigt werden soll, in dieser Beziehung einen bedeutsamen Wink. Auch die Experimente von Kussmaul[1]) und von Donders[2]) bestätigen dies, wiewohl deren Resultate verschiedene Deutungen zulassen. Donders zieht sogar aus der Thatsache, dass Reizung des Halssympathicus Verengerung der Irisgefässe und damit Erweiterung der Pupille bewirke, den Schluss, dass man theoretisch betrachtet nicht nothwendig eine eigene radiäre Musculatur zur Erweiterung der Pupille anzunehmen brauche. Dies ist gewiss so weit ganz richtig.

---

1) Untersuchungen über den Einfluss, welchen die Blutströmung auf die Bewegungen der Iris und anderer Theile des Kopfes ausübt. Diss. Würzb. 1855.

2) Die Anomalien der Refraction und Accommodation des Auges.

Nachdem nun aber einmal ein gleichfalls vom Halssympathicus innervirter Dilatator pupillae anatomisch nachgewiesen ist, so muss in jenem Eperiment demselben neben den Gefässen auch eine Rolle eingeräumt werden. Die eine Einrichtung schliesst ja auch die andere keineswegs aus.

Kehren wir zu der durch Grünhagen wieder angeregten Streitfrage über die Existenz eines Dilatator pupillae zurück, so bestätigt ferner Merkel [1]) die Darstellung Henle's von dem Bau der menschlichen Iris und speciell der „hinteren Begrenzungshaut", s. Dilatator pupillae. Die Beschreibung v. Kölliker's findet Merkel auch für das Kaninchen unzutreffend. Auch hier bildet der Dilatator eine continuirliche Lage, welche sich allerdings von Stelle zu Stelle zu radiären, unter Arkadenbildung in den Sphinkter übergehenden Bündeln verdickt. — In einer dritten Erklärung wendet sich nun Grünhagen [2]) gegen v. Kölliker, Henle und Merkel zugleich, gibt übrigens jetzt „Insertionsbündel des Sphinkter" zu, welche „ganz im bindegewebigen Stroma liegend sich radiärwärts 0,7—0,8 Mm. in den Ciliartheil der Iris hineinerstrecken". Gegenüber von Henle erklärt er, dass sich „auch bei Vögeln gleichzeitig mit dem hier in vielen Fällen unzweifelhaft vorhandenen quergestreiften Dilatator" eine Schicht finde, welche der von Henle als Dilatator pupillae angesprochenen „hinteren Begrenzungshaut" homolog sei. Recht und Unrecht ist in diesem Punkt, wie aus der im zweiten Theil gegebenen Beschreibung hervorgehen wird, auf beiden Seiten gleichmässig vertheilt. Dort soll auch gezeigt werden, wie die Angabe Grünhagen's zu erklären ist, dass beim Frosch jene Begrenzungshaut „aus vollkommen ausgebildeten Epithelzellen zusammengesetzt" sei.

1) Zur Anatomie der Iris. Zeitschr. f. rat. Med. 1868. XXXI. S. 136.
2) Zeitschr. f. rat. Med. 1868. XXXI. S. 372.

Diese Entgegnung beantwortet Merkel[1]) damit, dass er seine Ansicht im Wesentlichen aufrecht erhält, dieselbe sogar durch die „brillanten Farben", in welchen ihm die Musculatur der Iris nach Chlorpalladiumbehandlung erschien, noch bestärkt findet. Uebrigens erkennt er jetzt in der von Grünhagen als „Protoplasmamatrix des Pigmentepithels" angesprochenen und mit der „hinteren Begrenzungshaut" Henle's identificirten Schicht eine „gleichmässig granulirt zerfaserte Schicht" von radiären Bindegewebsfasern unmittelbar unter dem Pigmentepithel, in welche die Muskelfasern des Dilatator eingelagert seien.

In neuester Zeit haben sich ausserdem v. Hüttenbrenner, Dogiel und Hampeln mit dem Dilatator pupillae des Menschen beschäftigt. v. Hüttenbrenner[2]), welcher diese Frage zum „endgiltigen Abschluss" gebracht zu haben hofft, hat von Säugethieren ausser dem Menschen und weissen Kaninchen auch die Maus untersucht. Während er bei den beiden ersten eine continuirliche, gleichmässige Muskellage an der hinteren Irisfläche findet, soll bei der Maus nur die innere Partie des Dilatator in dieser Weise angeordnet sein, dagegen ungefähr von der Mitte der Iris an nach aussen ein Zerfall desselben in säulenartige Bündel stattfinden. Dogiel[3]) beschäftigt sich hauptsächlich mit der Methode der Irisuntersuchung. Den Dilatator scheint er allgemein, beim Menschen, Kaninchen, Hund und Katze, als continuirliche, gleichmässige Faserlage anzusehen. Nach Dogiel hat derselbe seinen Ursprung in den Muskelbündeln des Sphinkter, „gegen den Ciliarrand theilen sich die radiären

1) Der Dilatator pupillae. Entgegnung an Herrn Dr. Grünhagen in Königsberg. Zeitschr. f. rat. Med. 1869. XXXIV. S. 88.

2) Untersuch. über die Binnenmuskeln des Auges. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wissensch. 1868. LVII, 1. S. 515.

3) l. c.

Muskelbündel desselben an einigen Stellen. Wenn ein Uebergang von Sphinkter und Dilatator stattfindet, entstehen Arkaden."

Hampeln [1]) hat viele Methoden, meist radicaler Natur, probirt, jedoch so wenig, wie Grünhagen, einen Dilatator pupillae finden können. Als physiologischem Stellvertreter scheint er dem intraoculären Drucke den Vorzug zu geben. Dagegen wird der Gefässmusculatur im Unterschiede von Grünhagen jede Bedeutung für die Pupillenbewegung abgesprochen. Schwer verständlieh ist es hienach, wenn Hampeln die Theorie Keuchel's [2]) eine „wohlberechtigte" nennt, wonach der Oculomotorius nicht, wie sonst angenommen wird, den Sphinkter, sondern den Dilatator, und zwar als Hemmungsnerv versorgt, während es sympathische Fasern sein sollen, welche sowohl den Dilatator als den Sphinkter zur Contraction bestimmen.

1) l. c.

2) Das Atropin und die Hemmungsnerven. Diss. Dortpat 1868.

B.

Der Bau der Iris des Menschen.

Die Iris ist eine modificirte Fortsetzung der Chorioidea; die Zusammensetzung beider ist eine homologe; beide zerfallen, von aussen nach innen gehend, in 1) den Endothelüberzug, 2) das ungemein gefässreiche Stroma, dessen Unterabtheilungen selbst noch einzelne deutliche Homologien darbieten, 3) den Pigmentüberzug. Diese drei Schichten sind auch durch ihre Entwickelungsgeschichte von einander verschieden.

I. Der Endothelüberzug der Iris.

Die Existenz eines Endothelüberzuges der vorderen Irisoberfläche ist vielfach in Abrede gestellt worden. Henle [1]) gibt einen solchen nur für die Augen von Kindern und vieler Säugethiere zu und beschreibt denselben hier als eine einfache Lage von platten, eckigen Zellen. Auch Bruch [2]), Todd und Bowman und in neuester Zeit Merkel [3])

1) Allgem. Anat. 1841. S. 370. — Handb. d. Eingeweidel. 1866. S. 633.

2) Zur Kenntniss des körnigen Pigments der Wirbelthiere. Zürich 1844. S. 9.

3) Zur Anatomie der Iris. l. c. S. 143.

stimmen damit überein. Dagegen fand schon Valentin [1]) auf der vorderen Irisfläche beim Menschen ein einfaches Epithel. Von Pappenheim [2]) und Brücke [3]) wurde diese Beobachtung bestätigt. F. Arnold [4]) lässt das Epithel nicht bis zum Pupillarrand reichen. Nach v. Luschka [5]) überzieht es zwar die ganze Iris, ist aber beim Erwachsenen in der Weise unvollständig, dass es „theilweise aus rundlichen, in feinkörnige Masse gleichsam eingestreuten Kernen, besteht.“ In dunkeln Augen sollen die polygonalen Plättchen, aus welchen im Uebrigen diese Schicht zusammengesetzt ist, und welche nach v. Luschka in mehreren Lagen übereinander angeordnet sind, gleich ihrer Unterlage, nur viel sparsamere Pigmentmoleküle enthalten. Eine vermittelnde Stellung bezüglich der Lagerung der Zellen nimmt J. Arnold [6]) ein, nach welchem jenes Häutchen aus meist eckigen, sich dachziegelförmig deckenden, kernhaltigen Plättchen besteht. Dasselbe reicht ununterbrochen bis zum äussersten Pupillarrand. v. Kölliker [7]) beschreibt ein einfaches Epithel aus mehr rundlichen, bedeutend abgeplatteten Zellen, welche an der gefalteten Iris nicht als ein zusammenhängender, überall gleich breiter, heller Saum, sondern mehr nur durch einzelne leichte Erhebungen sich bemerklich machen.

Nach meinen eigenen Untersuchungen stellt der Endothelüberzug der vorderen Irisoberfläche ein sehr zartes Zellenhäutchen dar, welches schon an einer ganz frischen mensch-

1) Repertor. 1837. S. 249.

2) Gewebelehre des Auges. Berl. 1842. S. 101.

3) l. c. S. 10. 4) l. c.

5) l. c. S. 41. — Die Anatomie des menschlichen Kopfes. Tüb. 1867. S. 417.

6) Ueber die Nerven und das Epithelium der Iris. Virch. Arch. XXVII. S. 366.

7) Mikroskop. Anat. 1854. II. S. 640. — Handb. d. Gewebelehre. 5. Aufl. 1867. S. 663.

lichen Iris im Zusammenhange abgezogen und auf dem Objectglase ausgebreitet werden kann, also nicht, wie Valentin angibt, sehr fest an der Substanz der Iris anhaftet. Einerseits aus dieser leichten Ablösbarkeit, andererseits vielleicht aus der Vergänglichkeit der Zellen dürften wohl die negativen Resultate der erwähnten Autoren zu erklären sein, welche beim Erwachsenen diesen Ueberzug vermissen. Uebrigens fand ich denselben noch mehrere Tage nach dem Tode, z. B. bei einem Manne mittleren Alters, welcher sich erhängt hatte, schön erhalten. Am geeignetsten zur Darstellung desselben fand ich ganz frische Irisstücke, wie man sie bei der Iridektomie bekommt. Ein solches Stück wird unverweilt in Humor aqueus, sein natürliches Medium, gebracht, das Häutchen abgezogen und unter das Mikroskop gelegt. Uebrigens auch bei derartigen ganz frischen Objecten hat man keine sichere Garantie eines positiven Resultates. Es kann sich eben das Häutchen während oder nach der Operation abgelöst haben, es kann wohl auch zerstört worden sein.

Das Endothel der vorderen Irisfläche überkleidet dieselbe vom Ciliar- bis zum Pupillarrande in ununterbrochener Lage, welche den Gestaltungsverhältnissen jener Fläche durchaus folgt, also bald glatt, bald mehr weniger unregelmässig ist. Nach Entfernung der Pigmentmembran der Iris sieht man das Endothelhäutchen den Pupillarrand in papillenähnlichen Fortsätzen überragen.

Die Anordnung der Zellen betreffend, so finde ich im Allgemeinen die Darstellung J. Arnold's bestätigt, welcher eine dachziegelförmige Deckung derselben beschreibt. An einzelnen Stellen findet aber auch vollständige Ueberlagerung statt. Dagegen verliert sich gegen den Pupillarrand selbst die dachziegelförmige Anordnung; die Zellen sind hier einfach aneinander gelagert.

Dieselben sind von wechselnder Grösse und Gestalt. Nach beiden Beziehungen sind sie den Zellen des Endothelüberzuges der hinteren Corneafläche ähnlich, von welchem der der Iris eine unmittelbare Fortsetzung ist. Die Gestalt der Zellen ist von der Fläche, in situ betrachtet, meist unregelmässig eckig; nach ihrer Isolirung sieht man dieselben sogar theilweise in spitz zulaufende Zacken ausgezogen. Uebrigens finden sich von dieser zur rundlichen Form alle möglichen Uebergänge. Letztere tritt mehr gegen den Pupillarrand zu auf, wo die Zellen weniger dicht angeordnet sind. Die Zellen sind von vorn nach hinten (die natürliche Lage angenommen) abgeplattet; auf einer Seitenansicht findet man übrigens keineswegs immer parallele Begrenzungsränder, vielmehr zeigt der hintere oft zwei, durch eine mehr weniger scharfe Kante getrennte Ausschweifungen, was mit der erwähnten dachziegelförmigen Anordnung der Zellen zusammenhängt. Der andere, die freie Oberfläche begrenzende Rand pflegt schwach gewölbt zu sein. — Der Inhalt der Zellen erscheint in frischem Zustande farblos, homogen oder zart granulirt. Nie fand ich Pigmentmoleküle darin. — Der Kern ist meist rundlich, seltener länglich. Derselbe ist, wie die Zellen, von vorn nach hinten abgeplattet, erscheint daher auf Seitenansichten stäbchenförmig.

II. Das Irisstroma.

1. Allgemeines.

Das Irisstroma stellt den der Masse nach weitaus überwiegenden Bestandtheil des ganzen Organs dar und zeichnet sich ausserdem durch Complicirtheit seiner Zusammensetzung aus. Dasselbe stellt daher ein nach übereinstimmendem Zeugnisse schwieriges und viel disputirtes Untersuchungsobject dar.

Sehr verschiedene Elemente, Bindegewebe, ein Reich-

thum von verschiedenartigen Zellenelementen, eine Art von elastischem Gewebe, sehr viele Gefässe und Nerven, glatte Musculatur, mehr weniger reichliches Pigment setzen das Irisstroma zusammen.

Die beiden Hauptbestandtheile des Irisstroma sind Bindegewebe und Blutgefässe. Nach v. Kölliker [1]) stellt jenes, nach Henle [2]) bilden diese die Hauptmasse der Iris.

Das Bindegewebe der Iris ist beim Menschen verhältnissmässig (vgl. z. B. das Rind) schwach entwickelt, besonders treten die faserigen gegenüber den Zellenelementen beträchtlich zurück. Es ist wohl dieses Verhältniss, welches Löwig [3]) veranlasste, dem Bindegewebe des Irisstroma einen „habitus telae conjunctivae immaturae" zuzuschreiben. Jene Zellen sind theils von blassem Aussehen, theils mehr weniger dicht von Pigment erfüllt. Letztere treten aus der hellen Umgebung scharf hervor. Dieses Stromapigment ist es, welches die verschiedenen Nuancirungen der Iris bei verschiedenen Individuen bedingt. — Die Gestalt der Zellen des Irisstroma ist sehr mannigfaltig und zeigt alle möglichen Uebergänge von der rundlichen, Lymphkörperchen-ähnlichen zu der sternförmigen oder mit verästelten Ausläufern versehenen Zelle (apolare, bipolare, multipolare Formen). Indem letztere untereinander und mit denen benachbarter Zellen anastomosiren, entstehen Netze oder Maschenwerke, deren Gestalt von der Form der Zellen und der Länge ihrer Fortsätze abhängig ist.

Die Anordnung der Irisgefässe, welche in einem gelungenen Injectionspräparate unter der Loupe einen ungemein zierlichen Anblick gewährt, ist bereits so oft durch Wort und Bild beschrieben worden, dass dieselbe als im

---

1) Mikroskop. Anat. II. S. 638. — Handb. d. Gewebel. 5. Aufl. S. 662.

2) l. c. S. 632.

3) Quaestiones de oculo physiologicae. Diss. Vratislav. 1857. p. 23.

Allgemeinen bekannt vorausgesetzt werden kann. Nur einen Punkt möchte ich hier hervorheben, welcher, obgleich von ganz besonderem Interesse für die Beurtheilung der physiologischen Bedeutung des Irisgefässsystems, doch bis jetzt sehr wenig Beachtung gefunden hat. Nur von Brücke[1]) finde ich die in Rede stehende Einrichtung anatomisch beschrieben, die physiologischen Consequenzen zieht übrigens auch er nicht. Die bezügliche Stelle lautet: „Es zerfallen die Arterien der Iris theils in wirkliche Capillaren, theils in feine, aber noch nicht capillare Aeste, welche am Pupillarrande in Venen umbiegen.“ Diese Anordnung gewinnt noch wesentlich an Bedeutung durch einen Vergleich mit der Iris der Vögel, Reptilien und Fische, wo sie in noch viel bedeutenderem Maasse ausgebildet ist, wie betreffenden Orts näher ausgeführt werden soll. Es dürfte nicht allzu gewagt erscheinen, diese Einrichtung mit derjenigen im Corpus cavernosum penis in Parallele zu stellen und ihr auch eine ähnliche physiologische Bedeutung anzuweisen. Nur geschieht die durch Erection bewirkte Vergrösserung in Folge der verschiedenen Anordnung beider Organe in entgegengesetzter Richtung, bei dem einen excentrisch, bei dem anderen vorwiegend concentrisch; der Penis nimmt bei der Erection an Umfang zu, die Pupille ab. Es wäre interessent, zu erforschen, welcher Antheil bei Krankheiten, die mit Veränderungen (Verengerung, Erweiterung) der Pupille verbunden zu sein pflegen, dabei der Irismusculatur, wie viel dem Füllungszustande (Hyperämie bezw. Anämie) der Irisarterien zukommt. Für letzteren könnte der Zustand der Gefässe des Augenhintergrundes wohl als zuverlässiger Maassstab benützt werden.

Am schnellsten und einfachsten werden die Gefässe

---

1) l. c. S. 16.

durch Behandlung des Irisstroma mit Kali- oder Natronlauge zur Ansicht gebracht. Um dieselben bis in ihre feinsten Verzweigungen zu verfolgen, empfiehlt es sich, das Object auf ungefähr 24 Stunden in eine $^1/_{10}$ procentige Schwefelsäurelösung zu bringen, hierauf schwach über der Spiritusflamme zu erwärmen, und schliesslich noch mittelst Glycerin aufzuhellen.

Die Injection der Irisgefässe ist, wie schon Leber[1]) hervorhob, beim erwachsenen Menschen sehr schwierig. Leber ist geneigt, diese Erscheinung von der Contraction der Arterien herzuleiten.

Ueber den Bau der gröberen Gefässe geben vor Allem Durchschnitte Aufschluss. An solchen ist besonders die ausserordentliche Mächtigkeit der Adventitia auffallend, welche die übrigen Schichten zusammengenommen an Durchmesser weit übertrifft. Auch ganz feine Aeste zeigen noch dieses Verhältniss. Das Bindegewebe der Adventitia fand ich in der Weise angeordnet, dass das Gefäss zuerst von circulären, übrigens nicht durchaus parallelen, sondern einander durchflechtenden, feinen Fibrillen umwickelt ist, während nach aussen von diesen die Bündel longitudinal gerichtet sind. Elastische Fasern fehlen dieser Adventitia. Die Angabe v. Luschka's, dass den grösseren Gefässen radiäre Muskelfaserzüge adjungirt sind, konnte ich eben so wenig bestätigen, wie die v. Hüttenbrenner's[2]), wonach die Irisgefässe, besonders die ganz kleinen Venen von einer, in oder auf (wird nicht näher angegeben) der Adventitia gelegenen Lage glatter Muskelfasern umscheidet sind. Zwar sieht man in der Adventitia Kerne, welche denen glatter Muskelfasern

---

1) Unters üb. d. Verlauf u. Zusammenhang d. Gefässe im menschlichen Auge. Arch. f. Ophthalm. Bd. XI, 1. S. 22.

2) l. c. S. 416.

nach Gestalt und Grösse gleichen. (Länge = 0,015 Mm. Breite = 0,0025 Mm.)

Dagegen sind die sehr zarten, blassen Contouren der sie einschliessenden spindelförmigen Fasern oft kaum zu erkennen. Es ist also das optische Verhalten von Kern und Zellenleib gerade das umgekehrte, wie bei der glatten Muskelfaser, wo der Kern meist erst auf Essigsäurezusatz aus der opaken Substanz der Faser hervortritt. Zudem ist an jenen Spindelzellen eine Membran, in vielen Fällen auch an beiden Enden je ein zarter Ausläufer nachzuweisen, mittelst welcher sie mit benachbarten anastomosiren. In dunkeln Augen sind dieselben zum Theil von Pigment erfüllt oder besetzt. Besonders die Oberfläche der Adventitia erscheint dann von einem Netze solcher pigmentirter Spindelzellen übersponnen. Von ihrer physiologischen Bedeutung soll weiter unten im Zusammenhange mit den übrigen Zellensystemen des Irisstroma die Rede sein. Auch auf Querschnitten kann man sich von dem Fehlen einer musculösen Umscheidung der Irisgefässe überzeugen. Hier dient zumal das optische Verhalten des Durchschnitts der Tunica media als gute Controle. — Ausser den eben beschriebenen finden sich noch multipolare Zellen in der Adventitia. Der rundliche oder längliche Kern wird von der zarten Membran eng umschlossen. Die Fortsätze derselben verbinden sich mit denen benachbarter Zellen mannigfach zu einem Netzwerk. Also auch die Adventitia wiederholt gewissermassen jenen „Habitus telae conjunctivae immaturae“, von welchem oben die Rede war.

Die Iris ist auch reich an Nerven. Bezüglich der Anordnung derselben kann ich vor allem auf Budge's[1]) und noch mehr auf J. Arnold's[2]) Darstellung verweisen.

---

1) l. c. S. 37 sqq. F. XV, XVI. 2) l. c.

Eine gute Methode, um das Nervensystem der Iris zu übersichtlicher Anschauung zu bringen, besteht in der Behandlung einer hellen Iris mit verdünnter Salzsäure durch 24 Stunden. Es treten nun die Nerven in ganz erstaunlicher Menge, von den Hauptstämmen bis zu den feinsten Verzweigungen sammt den verschiedenen Arten ihres Faseraustauschs, und in überraschender Schönheit und Deutlichkeit hervor. Unwillkürlich kam mir bei diesem mikroskopischen Bild die Bezeichnung: „Spectaculum elegans!“ ins Gedächtniss, welche Wrisberg auf den makroskopischen Anblick des Plexus nervosus gastricus angewendet hat.

Im Uebrigen interessirt uns hier nur, dass im Verlauf der Nerven da und dort Ganglienzellen (nicht zu verwechseln mit Neurogliazellen) eingestreut sind, sowie dass die Nervenhüllen stäbchenförmige Kerne enthalten, welche ähnlich wie die der Gefässadventitia zu Verwechslung mit Kernen glatter Muskelfasern Veranlassung geben könnten.

Die Untersuchung der Irismusculatur ist nicht eben einfach. Je schwieriger ein Gegenstand, desto mehr Controversen knüpfen sich an denselben, so hat auch, wie wir im ersten Theil dieser Arbeit gesehen haben, die Irismusculatur eine zahlreiche und bunte Literatur aufzuweisen.

Es beruht jene Schwierigkeit der Untersuchung auf mehreren Momenten: der Undurchsichtigkeit der Iris, der ausserordentlichen Zartheit ihrer Musculatur, auf der Schwierigkeit der Isolirung der letzteren sowohl in toto als ihrer Elemente, der Möglichkeit einer Verwechslung von selbständigen mit Gefässmuskelfasern, von Kernen glatter Muskelfasern mit ähnlich geformten der Adventitia der Gefässe und der Nervenhüllen. In letzterer Beziehung ist vor allem der Werth der stäbchenförmigen Gestalt des Kerns als ein (angebliches) Charakteristicum der glatten Muskelfaser näher zu untersuchen. Nach meiner Erfahrung ist dieselbe auch bei voll-

ständig ausgebildeten, nicht bloss bei jugendlichen Fasern, keineswegs charakteristisch. Denn bei unzweifelhaften glatten Muskelfasern sieht man jene Stäbchenform des Kerns das eine Mal, das andere Mal vermisst man sie. Die Erklärung von Schwalbe[1]), dass in ganz frischen Muskelfasern die Kerne durchweg elliptisch seien, und ebenso allgemein durch Reagentien die Stäbchenform bedingt werde, habe ich, wenigstens an der Irismusculatur, nicht zutreffend gefunden; vielmehr auch an alten, mit verschiedenartigen Reagentien behandelten Irispräparaten die elliptische Form ebensogut wie die stäbchenförmige beobachtet, und andererseits letztere auch an frischen Präparaten. Sollte sich dieser Widerspruch nicht daraus erklären lassen, dass jene Kerne abgeplattet sind und bald von der Fläche, bald von der Seite gesehen werden? — Aber auch anderweitige Kerngebilde können die für die Kerne glatter Muskelfasern als charakteristisch angesehene Stäbchenform darbieten. In der vorliegenden Beschreibung sind bereits mehrere Beispiele hierfür namhaft gemacht worden.

Wesentliche Dienste bei der Untersuchung der Irismusculatur leisten Reagentien. Von Erhärtungsmitteln zum Zweck der Anfertigung feiner Radiär- und Transversalschnitte zog ich Alkohol und schwache Chromsäurelösung ($^1/_{35}$ %) der vielgebrauchten Müller'schen Flüssigkeit vor. Essigsäure-Karminbehandlung bringt die Kerne gut zur Ansicht, während auf Zusatz von verdünnter Kalilauge die Contouren der Fasern deutlich hervortreten. Neuerdings sind zwei Methoden angegeben worden, um glatte Muskelfasern zu charakterisiren und zu deutlicher Anschauung zu bringen, indem nämlich der Kern roth, die Faser dagegen gelb ge-

1) Beiträge zur Kenntniss der glatten Muskelfasern. Archiv f. miskrosk. Anat. Bd. IV, 4. S. 392.

färbt werden soll; es ist dies die Chlorpalladium-Karmindoppelfärbung von F. E. Schulze[1]), zuerst von Merkel[2]) auf die Irismusculatur angewendet, und die von Schwarz[3]) angegebene, sehr complicirte Karmin-Pikrinsäuredoppelfärbung, welcher sich v. Hüttenbrenner[4]) bediente. Nach meiner Erfahrung haben beide Methoden den Uebelstand, dass dabei theils die Musculatur nicht vollständig, theils neben derselben auch die ungemein zahlreichen übrigen Zellenelemente der Iris und bei der zweiten Methode, wie auch v. Hüttenbrenner zugibt, selbst die Bindegewebsfasern gelb gefärbt werden. Ich habe beide Methoden genau nach der Vorschrift nicht bloss auf die Iris, sondern zur Controle auch auf die Darmwandung des Frosches angewendet, ohne indess von dem Resultat sonderlich befriedigt zu sein. Denn die „brillanten Farben“, welche man auf diese Weise erhält, sind unzuverlässig und können zu Täuschungen Veranlassung geben. Dies scheint mir bezüglich einer Abbildung zuzutreffen, welche Merkel[5]) von einem Chlorpalladium-Karminpräparate gibt. Während nämlich Merkel den Dilatator pupillae beim Kaninchen als eine continuirliche Lage beschreibt, gibt jene Abbildung durchaus den Eindruck einer Anordnung desselben in einzelne Radiärbündel. Ich erkläre mir dies daraus, dass Chlorpalladium gleichwie Karmin oft nur die am meisten hervorragenden Partien, Ränder, Leisten u. s. w. tingirt, während die übrigen, tiefer gelegenen Theile mehr oder weniger un-

---

1) Eine neue Methode der Erhärtung und Färbung thierischer Gewebe. Med. Centralbl. 1867. Nr. 13.

2) Der Dilatator pupillae; Entgegnung etc. l. c. p. 83.

3) Ueber eine Methode doppelter Färbung mikrosk. Objecte und ihre Anwendung. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wissensch. Bd. LV. 1867.

4) l. c.

5) Zeitschr. f. rat. Med. XXXIV. T. VII, 1.

berührt davon bleiben. Jene gelben Streifen auf Merkel's Abbildung, welche als Dilatator pupillae markirt sind, entsprechen aber ohne Zweifel den Leisten der hinteren Irisfläche, während die Muskelschichte ebensogut die Rinnen, als die Leisten continuirlich überzieht. — Ausserdem ist bei der Chlorpalladiummethode noch die starke Verdunklung, bei der Pikrinsäuremethode die Alteration der Gewebe (es kommt dabei u. a. Erhitzen vor!) zu erwähnen. Auch der von Merkel empfohlenen Oxalsäuremaceration konnte ich keine besonderen Vorzüge für das Studium der Irismusculatur abgewinnen. — Zur Isolirung der Muskelfasern wurden die gewöhnlichen chemischen Hülfsmittel, Moleschott'sche Kalilösung und 20 %ge Salpetersäure, verwendet. Indess auch mit diesen ist dieselbe hier aussergewöhnlich schwierig. Es scheint der Kitt, welcher die glatten Muskelfasern zusammenhält, resistenterer Natur zu sein, als sonst wo. Immerhin glückt es oft, bei einfachem Zerzupfen, Zerreissen oder Durchschnitten vollständig isolirte Fasern zu bekommen.

Als Aufhellungsmittel der Iris zum Zweck des Studiums ihrer Musculatur diente Glycerin und sog. venetianischer Terpentin.

2. Specielle Anordnung des Irisstroma.

Das Irisstroma zerfällt in drei Schichten, eine vordere, mittlere und hintere. Die erste und letzte sind weniger mächtig, aber von dichterem Gefüge, als die mittlere, weichen übrigens in ihrem Bau unter sich wieder mannigfach ab. Wenn auch zwischen diesen drei Schichten, so wenig wie in der Chorioidea, eine scharfe Grenze zu ziehen ist, so spricht doch schon der Umstand, dass bei Durchschnitten das Irisstroma auf gelinden Druck nach den im Folgenden zu definirenden Grenzen auseinander weicht, dafür, dass diese naturgemäss sind.

a) Vordere Schichte des Irisstroma.

Diese Schichte ist an ihrer vorderen Fläche von dem Endothel überzogen. Ihr Hauptbestandtheil ist Bindegewebe, welches ich nicht, wie Merkel, durchaus circulär angeordnet fand. Für die Gegend des Ciliarrandes mag die Beschreibung Merkel's zutreffen, im Uebrigen dagegen stellt jenes Bindegewebe ein dichtes Flechtwerk aus in allen möglichen Richtungen sich durchkreuzenden Bündeln dar. Ausserdem erscheint diese Schicht wie besät von einer Menge scharf hervortretender rundlicher oder elliptischer Kerne. Die Zellen, welche dieselben einschliessen, haben ein blasses Aussehen und eine zarte Membran, welch letztere sich in eine meist beschränkte Anzahl (3) von Fortsätzen auszieht. Indem sich diese nach kurzem Verlauf mit nachbarlichen verbinden, entsteht ein ziemlich engmaschiges Netz, welches sich bis unter das Endothel erstreckt. In dunkeln Augen sind diese Zellen grossentheils von in durchfallendem Licht gelbem oder rothbraunem Pigment erfüllt. Doch auch in ganz hellen Augen findet man einzelne reich verästigte Pigmentzellen oder Gruppen solcher über die vordere Schicht des Irisstroma zerstreut. Auch frei und diffus kommen die Pigmentkörner in dunkeln Augen vor, besonders auf der vorderen Fläche. Dieselben sind von wechselnder Form und Grösse: rund, elliptisch oder unregelmässig; die kleineren durchschnittlich 0,0006 Mm. im Durchmesser, die grössten 0,007—0,01 Mm., von lebhaftem Glanz und rothbrauner Farbe. Ueberdies findet man, besonders in der Gegend des Annulus minor, Pigmentanhäufungen meist von rundlicher Gestalt, welche im Gegensatz zu den oben beschriebenen Pigmentzellen einer Hüllmembran entbehren, wohl aber in ihrer Mitte einen Kern durchschimmern lassen. Letzterer wird vermisst, wo sie sich zu grösseren Haufen vereinigen. —

Vermöge dieses Pigmentgehalts und der verhältnissmässig dichten Verflechtung ihres Bindegewebes kann die vordere Schicht der Iris füglich der Suprachorioidea verglichen werden.

Ausser dem gewöhnlichen findet sich dort noch eine eigenthümliche Form von Bindegewebe, welche mit dem elastischen am nächsten verwandt zu sein scheint. Es sind dies breite[1]), starre, gelblich glänzende, durchscheinende, hellcontourirte, fein längsgestreifte, gegen Reagentien resistente Balken, welche, wie v. Luschka[2]) gezeigt hat, aus der Auflösung der Descemet'schen Haut hervorgehen. Während dieselben als Ligamentum pectinatum iridis sich nach innen auf der vorderen Irisfläche ausbreiten, theilen sie sich, meist unter stumpfem Winkel, dichotomisch und bilden mit ihren Aesten ein zusammenhängendes Balkenwerk. Nach v. Luschka[3]) erstreckt sich dasselbe bis ²/₃''' vom Pupillarrand, nach v. Kölliker[4]) bis zum Annulus iridis minor, nach Henle[5]) dagegen verschmilzt es am Ciliarrand der Iris angelangt alsbald mit deren Gewebe. Eigene Beobachtungen haben mir gezeigt, dass jenes Balkennetz zwar den Ciliarrand überschreitet, aber in keinem Fall weiter als bis zur Grenze der äusseren und inneren Hälfte von der Breite des Ciliarrings reicht. — Daneben nimmt v. Luschka noch unter den Balken liegende „äusserst feine seröse Fibrillen" an, welche mit jenen auf die vordere Irisfläche übergehen. Mit dieser verwachsen beiderlei Elemente, welche v. Luschka sammt dem Endothel als eigene

---

1) Nach v. Luschka (Seröse Häute S. 35) ist ihre Breite = 0,012 — 0,02 Mm., nach v. Kölliker = 0,009 — 0,027 Mm., nach Henle = 0,01 — 0,02. Mm.

2) l. c. S. 35.

3) l. c. S. 41. T. I, 3 a, b.

4) Handbuch der Gewebelehre. 5. Aufl. S. 662.

5) l. c. S. 627.

Membrana iridis anterior s. Zinnii begreift, so fest, dass eine Isolirung dieser Membran nicht möglich ist. Mir gelang es nicht, jene „feinen serösen Fibrillen“ zur Ansicht zu bringen. Der Begriff der Membrana Zinnii ist ein künstlicher.

Was die histologische Natur jener Irisbalken betrifft, so stellt v. Luschka dieselben, zusammen mit den „äusserst feinen serösen Fibrillen“, in die Kategorie seiner „serösen Fasern“, welche dem elastischen Gewebe sehr nahe verwandt sein sollen. Eine Vermuthung v. Luschka's, welche er vor Jahren[1]) aufgestellt hat, scheint in der jüngsten Zeit Bestätigung finden zu wollen. v. Luschka sagt nämlich: „Es dürfte nicht zu gewagt sein anzunehmen, dass die „structurlose“ Descemet'sche Haut das Ergebniss einer innigen Verschmelzung solcher Formelemente ist, die anderwärts sich zu serösen Fasern umwandeln. Die Anfänge dieser Umwandlung sind in jenen breiten, vielfach verbundenen Fasern gegeben, und das Ende findet an derselben Stelle statt, indem unter der homogenen Lamelle völlig ausgebildete und alle Eigenschaften seröser Fasern darbietende Fäden gefunden werden.“ J. Tamamschef[2]) theilt nun mit, dass es ihm mittelst gewisser Reagentien gelungen sei, die „homogene“ Lamelle nicht bloss in eine Anzahl von secundären Lamellen, sondern diese wiederum in feinste Fibrillen zu zerspalten. Es wären demnach jene breiten Balken als Bündel solcher Fibrillen anzusehen, worauf auch ihre feine Längsstreifung hindeutet, die „feinen serösen Fibrillen“ dagegen, von welchen v. Luschka jene Irisbalken begleitet sein lässt, als das Resultat der vollständigen Auflösung der Descemet'schen Membran in ihre Elementarbestandtheile.

1) l. c. S. 38.

2) Ueber die Membrana Demoursiana. Vorl. Mitth. Med. Centralblatt 1869. Nr. 23.

Dass übrigens die Balken in ihrem ganzen Verlauf, also auch da, wo sie auf die Iris übergreifen, ihren ursprünglichen dem elastischen Gewebe verwandten Charakter beibehalten, wie dies v. Luschka und ich annehmen, wird von anderer Seite bestritten. v. Kölliker erblickt in den Irisbalken immerhin noch eine eigenthümliche Art von Bindegewebe, welches sich in seinem Charakter ganz an die Elemente der Zonula Zinnii anschliesse. Auch Brücke bezeichnet dasselbe als eigenthümlich; Reichert, Bowman und Henle dagegen erklären jene Balken einfach als Bindegewebe. — Die physiologische Bedeutung derselben ist, wie der Name „Ligamentum iridis" ausdrückt, zur Befestigung der Iris beizutragen.

Grössere Gefässstämme finden sich in der vorderen Schichte des Irisstroma nicht, wohl aber breiten sich, wie ich Merkel[1]) gegenüber hervorzuheben habe, Capillaren und namentlich ein sehr reiches Nervennetz in derselben aus. Letzterem verdankt die vordere Irisoberfläche jenen hohen Grad von Sensibilität, welche bereits G. Carus[2]) durch's Experiment dargethan hat.

b) Mittelschichte des Irisstroma.

Die Mittelschichte des Irisstroma ist durch Mächtigkeit und lockeres Gefüge ausgezeichnet. Es kommt daher auf Rechnung dieser Schichte, wenn der menschlichen Iris im Allgemeinen eine weiche, zerreissliche, spongiöse Structur zugeschrieben wird.

Das Bindegewebe tritt hier in Gestalt von regelmässig angeordneten, da und dort mit einander in Verbindung tretenden radiären Zügen aus gelockten Fibrillen auf, welche die Zwischenräume zwischen den Gefässstämmen einnehmen.

1) Zeitschr. f. rat. Med. XXI. S. 142.

2) l. c. S. 293.

Dasselbe ist übrigens verhältnissmässig sparsam; dagegen bilden auch hier die Stromazellen ein reich entwickeltes, grossentheils netzförmig zusammenhängendes System. Auch die Zellen der Mittelschicht können unter drei Typen gebracht werden: 1) Die apolare rundliche Form; entspricht den Lymphzellen der Iris. 2) Die bipolare, Spindelform. Indem sich die beiden Enden dieser Spindelzellen in mehr oder weniger lange Ausläufer fortsetzen, welche mit benachbarten anastomosiren, entstehen förmliche, von Stelle zu Stelle mit Auftreibungen versehene Schnüre, welche gleich den Bindegewebszügen und Gefässen vorzugsweise radiär gerichtet sind. Sind die Fortsätze der bipolaren Zellen sehr kurz, so erhält man durch die longitudinale Aneinanderreihung derselben das Bild von Perlschnüren, deren Varicositäten durch den Zellenleib sammt dem Kern repräsentirt werden. Häufiger aber sind nicht nur die Ausläufer mehr weniger, oft sehr beträchtlich, in die Länge gezogen, sondern auch die Kerne, wie wir dies bereits in der Adventitia der Irisgefässe gesehen haben, passen sich gleichsam der stark gestreckten Spindelgestalt der Zellen an und werden stäbchenförmig. 3) Die multipolaren Zellen der Mittelschicht sind im Vergleich zu denen der vorhergehenden mit mehr Ausläufern versehen. Diese sind gleichfalls, wie bei den Spindelzellen, meist lang ausgezogen und bilden daher, indem sie sich grossentheils verbinden, ein mehr weitmaschiges Netzwerk. Eigenthümlich sind nesterartige Anhäufungen solcher multipolaren Zellen hauptsächlich gegen die Grenze von vorderer und mittlerer Schicht hin gelegen, welche nach allen Seiten hin ihre Ausläufer entsenden. Die Länge eines solchen Haufens fand ich = 0,0375 Mm., die Breite = 0,025 Mm.

In diesen verschiedenen Zellensystemen, wie sie durch das Anastomosiren der bipolaren und der multipolaren Zellen entstehen und sowohl von dem Irisstroma als der Adventitia

der Blutgefässe, besonders der Arterien, beschrieben worden sind, müssen wohl die Anfänge des Lymphgefässsystems der Iris erblickt werden und in den eben erwähnten nesterartigen Anhäufungen solcher Zellen die ersten Andeutungen von Lymphdrüsenentwicklung.

Den Hauptbestandtheil der Mittelschicht des Iris- wie des Stroma der Chorioidea bilden die Blutgefässe. Man kann in der Mittelschicht zwei hintereinanderliegende Reihen unterscheiden, deren Anordnung indess keine besonders regelmässige ist. Die erste Reihe von Blutgefässstämmen liegt an der Grenze der mittleren gegen die vordere Schicht des Irisstroma, die zweite ziemlich in der Mitte. Auch die grösseren Nervenstämme haben hier ihre Lage.

c) Hintere Schichte des Irisstroma.

Die hintere Schicht des Irisstroma geht in die Bildung der radiären Leisten der hinteren Irisfläche ein. Diese werden oft als Falten bezeichnet; doch trifft der Begriff einer Duplicatur, welchen diese Bezeichnung in sich schliesst, in keiner Weise für dieselben zu, vielmehr hat man es hier mit einfachen Verdickungen, beziehungsweise Erhebungen des bindegewebigen Irisstroma zu thun, welche sich an die Ciliarfortsätze anschliessen.

Nicht alle Irisleisten sind in gleichem Mass entwickelt; gewöhnlich liegen zwischen zwei höheren eine Anzahl (1—4) niedrigere Leisten. Es kann eine Leiste selbst ganz ausfallen, was an der ungewöhnlichen, asymmetrischen Breite der bezüglichen Rinne erkannt wird.

Die Leisten sind sattelförmig vertieft in der Art, dass sie in der Mitte ihres radiären Verlaufs niedriger, gegen die beiden Irisränder, besonders den Ciliarrand hin, höher sind. Dieselben erstrecken sich nicht bis zum Pupillarrand, aber immerhin noch in den Bereich des Pupillarrings. — Zwischen

den Leisten finden sich mehr oder weniger enge Rinnen. — Hampeln zieht die eben beschriebenen Gestaltungsverhältnisse der hinteren Irisoberfläche für den Menschen in Abrede, indem er nur beim Kaninchen die Irisleisten finden kann. Allerdings sind sie hier beträchtlich stärker entwickelt, doch auch beim Menschen mit grösster Leichtigkeit zu constatiren.

Die Zellen dieser Schicht schliessen sich nach Gestalt und Anordnung an die der mittleren an, sind übrigens weniger zahlreich. Wie gegen die vordere, so sind auch gegen die hintere Fläche des Irisstroma die Zellen von Pigment erfüllt und treten daher in ihrer netzförmigen Anordnung scharf hervor.

Die hintere Schicht setzt sich von der mittleren, ähnlich, wenn auch nicht in dem Maasse, wie die vordere, durch die dichtere Anordnung ihres Bindegewebes ab. Im Gegensatz zu der letzteren ist hier die Verlaufsrichtung der Bündel vorzugsweise radiär, namentlich gegen die hintere Oberfläche zu. Dazwischen treten auch dünnere, senkrecht gegen jene gerichtete, sowie schief verlaufende Bündel durch, welche die in der hinteren Schicht gelegene dritte Reihe von vorzüglich venösen Gefässen dicht umhüllen. Diese sind sehr zahlreich und eng gedrängt und dem entsprechend von geringerem Caliber, als die Gefässe der beiden vorderen Reihen. Darüber breitet sich noch ein weitmaschiges Capillar-, sowie ein dem der vorderen Irisfläche quantitativ nachstehendes Nervennetz aus.

Das meiste Interesse verdient von den in die Zusammensetzung der hinteren Schicht des Irisstroma eingehenden Bestandtheilen die Irismusculatur, bestehend aus den Mm. sphincter und dilatator pupillae.

Der Sphinkter pupillae ist in das Irisstroma eingebettet, doch so, dass er der hinteren Oberfläche desselben

um mehr als das Doppelte näher liegt als der vorderen. Nach meinen Messungen betragen die bezüglichen Abstände in der Mitte der Breite des Ringmuskels 0,06 und 0,150 Mm.

Dagegen lässt Hampeln [1]) den Sphinkter die Mitte der Dicke des Irisstroma einnehmen. Andererseits hat Merkel [2]) denselben allzu oberflächlich dargestellt. Am besten stimmt Henle's [3]) auch im Uebrigen treffliche Abbildung mit den gegebenen Zahlenverhältnissen.

Der Sphinkter umgibt die Pupille als ein platter Ring. Ueber die Breite desselben weichen die Angaben gleichfalls auseinander. Nach v. Kölliker beträgt dieselbe 1/4''' [4]) oder 0,56 Mm.[5]), Brücke[6]), Budge [7]), Henle[8]) und v. Luschka[9]) geben übereinstimmend 1 Mm. an. Meine eigenen Messungen an Radiärschnitten (Flächenansichten sind weniger zuverlässig!) ergaben eine Breite des Sphinkters von 0,8 Mm.

Seine Dicke ist nicht überall gleich, vielmehr findet nach innen und aussen eine wallartige Verdickung statt, während der mittlere Theil des Rings schmächtiger ist. Diesem Verhältniss ist in keiner der Abbildungen, welche mir zu Gesicht gekommen sind, Rechnung getragen. Die grösste Mächtigkeit des Sphinkter fand ich = 0,08 Mm., nach Henle ist dieselbe = 0,15 Mm. Selbstverständlich ist bei solchen Messungen jeder Druck zu vermeiden, sonst können die Dimensionen nach der einen oder anderen Richtung leicht unnatürlich

---

1) l. c. S. 17.
2) l. c. T. II. F. 4, a.
3) l. c. F. 486. S. 635.
4) Mikroskop. Anat. II. S. 638.
5) Handb. der Gewebelehre. 5. Aufl. S. 663.
6) l. c. S. 18.
7) l. c. S. 21.
8) l. c. S. 635.
9) Anat. des menschlichen Kopfes. S. 416.

vergrössert oder verkleinert werden. Abgesehen davon aber bedingt die Individualität gewiss auch hier nicht unbedeutende Schwankungen. A priori ist zu erwarten, dass, je heller das Auge, beziehungsweise die Iris, desto mächtiger entwickelt der Sphinkter gefunden werden wird, da seine Dienste zum Schutz gegen übermässigen Lichteinfall um so viel mehr in Anspruch genommen werden. Eine Bestätigung hierfür finden wir denn auch bei gewissen Säugethieren, wovon weiter unten die Rede sein soll. Vermöge der Dicke des Sphinkter erscheint die hintere Schicht des Irisstroma im Gegensatz zu den beiden anderen, die vom Annulus minor gegen den Pupillarrand zu immer dünner werden, hier verdickt. Auch überragt sie jene, wird aber ihrerseits von der Pigmentmembran der Iris überragt.

Der Sphinkter pupillae ist theils aus rundlichen, theils in verschiedenen Richtungen, besonders von innen nach aussen abgeplatteten Bündeln glatter Muskelfasern zusammengesetzt. Dieselben haben im Allgemeinen einen circulären Verlauf, durchkreuzen und durchflechten sich dabei übrigens vielfach. Die Bündel sind durch schmale Bindegewebssepta von einander getrennt, welche den zahlreichen, den Sphinkter versorgenden feinen Blutgefässen und Nerven zur Ausbreitung dienen.

Die Angaben der verschiedenen Autoren über die Länge und Breite der Muskelfasern des Sphinkters und von deren Kernen sind im Folgenden zusammengestellt:

Nach Brücke[1]) ist die Breite der Fasern des Tensor chorioideae, des Sphinkter und Dilatator pupillae = 0,007 bis 0,008 Mm. Kerne: Länge = 0,01 Mm., Breite = 0,004 Mm.; nach v. Kölliker[2]) ist die Breite der Sphinkterfasern

---

1) l. c. S. 18.

2) Mikroskop. Anat. und Handb. d. Gewebelehre.

= 0,003 — 0,004''' oder = 0,0067 — 0,009 Mm., ihre Länge = 0,02 — 0,03''' oder = 0,045 — 0,067 Mm.; nach Budge bei Sphinkter- und Dilatatorfasern die durchschnittliche Breite = $^1/_{400}$ — $^1/_{300}$''' oder = 0,0056 — 0,0075 Mm., die Länge = $^1/_{33}$''' oder = 0,06 Mm. Ich fand die Breite der Sphinkterfasern = 0,005 Mm.

Auf dem Durchschnitt erscheinen dieselben rundlich oder, zumal wo sie dichter gedrängt sind, elliptisch oder unregelmässig eckig. Entsprechend ist die Form des Kerns auf dem Querschnitt.

Einen accessorischen Schliessmuskel der Iris, welchen v. Kölliker beschreibt, habe ich beim Menschen vermisst.

Der Dilatator pupillae nimmt die Oberfläche der hinteren Schicht des Irisstroma ein und erstreckt sich vom Ciliar- bis gegen den Pupillarrand in einer gleichmässigen, continuirlichen Lage, wobei er durchaus den oben beschriebenen Gestaltungsverhältnissen der hinteren Irisfläche folgt. Vorausgesetzt, dass diese nicht durch Druck oder Zerrung beeinträchtigt wurden, kann daher dieses dünne Muskelhäutchen sich bei derselben Einstellung nicht in einer ununterbrochenen Fläche darstellen; vielmehr erhält man dabei den Eindruck, als ob der Dilatator aus einer Anzahl von radiären Bündeln bestehe, welche durch Zwischenräume von einander getrennt sind. Bei wechselnder Einstellung überzeugt man sich aber, dass diese Lage glatter Muskelfasern Leisten und Rinnen continuirlich überzieht. Auf einen Blick kann man sich hiervon an Tangentialschnitten überzeugen, wo, nach Entfernung der Pigmentmembran, der Dilatator eine ununterbrochene, dunklere Randzone von einer durchschnittlichen Dicke von 0,0075 Mm. darstellt.

Was den Ursprung des Dilatator pupillae betrifft, so ist die erste Frage die nach seinem Verhältniss zum M. ciliaris,

speciell die Frage, ob beide continuirlich in einander übergehen oder nicht. Mannhardt[1]) verwirft einen solchen Zusammenhang, obgleich, wie er hervorhebt, beim Loslösen der Iris immer ein Stück des M. ciliaris an derselben hängen bleibt; ebenso verwerfen v. Kölliker und Arlt[2]) denselben ausdrücklich. Klebs findet zwar in vielen Fällen Arlt's Darstellung bestätigt, in einzelnen Präparaten dagegen hat er deutlich ein Umbiegen der vorderen Fasern des Ciliarmuskels auf die Iris hinüber erkannt. Dass die Ursprungsfasern des Dilatator von vorn nach hinten durch das Irisstroma hindurchsetzen, wie Pappenheim, Huschke, Brücke und früher auch v. Kölliker angenommen haben, wird von letzgenanntem Autor neuerdings nicht mehr aufrecht erhalten. Indess finden sich nirgends genauere Angaben über die Art des Ursprungs des Dilatator beim Menschen.

Nach meinen Beobachtungen entspringt derselbe am Ciliarrand der Iris auf der hinteren Fläche derselben, da wo diese bereits von den Ciliarfortsätzen überragt wird, mit einer Reihe von Bündeln, welche dem Verlauf der unmittelbar darunterliegenden, die Iris verlassenden (venösen) Gefässstämme entsprechen, deren sich jene Ursprungsbündel als Puncta fixa bedienen. Sofort breiten sich dieselben zu der gleichmässigen, continuirlichen Lage aus, welche den Dilatator pupillae während des weitaus grössten Theils seines Verlaufs charakterisirt.

Seine Insertion hat der Dilatator im Sphinkter; nur wenige Fasern, beziehungsweise Bündel endigen frei an der hinteren Irisfläche. Am äusseren Rand des Sphinkter angelangt, sendet der Dilatator Bündel in die Tiefe, welche

---

1) Bemerkungen über den Accommodationsmuskel und die Accommodation. Arch. f. Ophthalm. IV. S. 277.

2) Zur Anatomie des Auges. Arch. f. Ophthalm. III, 2. S. 106.

theils sofort unter Arkadenbildung in den Sphinkter umbiegen, theils aber ihre radiale Richtung noch mehr oder weniger lange beibehalten, um theils zwischen den Bündeln des Sphinkter, theils auf der hinteren und vorderen Fläche desselben gegen den Pupillarrand vorzudringen, wobei sie sich in verschiedenem Maass weiter auflösen; schliesslich aber biegen sie gleichfalls in die Faserung des Sphinkter um. Der übrige Theil des Dilatator behält vorerst seine oberflächliche Lage bei und bildet, während er den äusseren Rand des Sphinkter überschreitet, noch eine continuirliche Lage. Beide sind durch eine auf Radiärschnitten deutlich zu unterscheidende Lage von Bindegewebe getrennt, in welcher Nerven und neben etwas dickeren Gefässen ein weitmaschiges Capillarnetz eingebettet sind. Weiterhin löst sich auch diese Portion des Dilatator in Insertionsbündel auf. Manche von diesen biegen unmittelbar und in toto in circuläre Faserzüge um; meist aber findet zunächst ein weitergehender Zerfall statt, welcher zum Theil bis zur Auflösung in einzelne Fasern geht. Indem die verschiedenen Insertionsbündel durch schräg verlaufende Faserzüge oder auch blos einzelne Fasern sich untereinander verbinden, entsteht über dem Sphinkter ein förmliches Muskelnetzwerk. Merkel spricht dem Menschen im Gegensatz zum Kaninchen ein solches ab. Bis zum Pupillarrand dringen meist nur vereinzelte Radiärmuskelfasern, beziehungsweise ein Netzwerk derselben, selten ganze Bündel vor. Weitaus der grösste Theil der Bündel und Fasern des Dilatator biegt somit in den Sphinkter um; einzelne derselben finden auch schon in der beide Muskeln trennenden bindegewebigen Zwischenschicht ihre Anheftung.

Die Fasern des Dilatator besitzen die allgemeinen Qualitäten glatten Muskelgewebes. Auch ihr Verhalten gegen chemische Reagentien stimmt damit überein. Ihre Gestalt ist exquisit spindelförmig; Verzweigungen der verjüngten

Enden, wie sie Grünhagen[1]) beschreibt und abbildet, habe ich niemals gesehen. Merkel gegenüber habe ich zu bemerken, dass ihr Contour, obgleich nicht dunkel, sondern hell und zart, doch von aller Bestimmtheit ist. Merkel schreibt auch den Faserzellen des Dilatator eine so bedeutende Länge zu, dass sie „dem Radius der Iris oft nahezu gleichzukommen scheint". Meine Messungen ergeben dagegen als die Länge derselben 0,075 Mm., als die grösste Breite 0,0075 Mm. Auf feinen Tangentialschnitten erkennt man, dass die Fasern meist nicht rund, sondern in verschiedener Weise eckig, besonders aber seitlich comprimirt sind. Dabei grenzen sie mit ihren Breitseiten aneinander. Daraus erklärt es sich, dass die radiäre Streifung, welche durch die feinen, aber scharfen Contouren der aneinander gelagerten Muskelfasern erzeugt wird, von der Fläche aus betrachtet enger erscheint, als man nach der oben angegebenen grössten Breite jener Fasern erwarten sollte.

An den Dilatatorfasern fällt eine eigenthümlich steife, starre Beschaffenheit auf. Damit contrastirt ihr von Natur blasses, zartes Aussehen. Uebrigens tritt dieses zumal in dunklen Augen mehr oder weniger zurück, indem den Fasern Pigmentkörner nicht blos innig anhaften, sondern dieselben auch in verschiedenem Maass davon erfüllt sind. Dieses ist nun allerdings ein sehr abweichendes Verhalten von dem, was glattes Muskelgewebe gewöhnlich darbietet. Mehr oder weniger blass und hell bleiben die Fasern, wenigstens in hellen Augen, in den Rinnen, während sie an den Leisten hinauf zunehmend mehr Pigment führen. Auch daraus ist es theilweise zu erklären, dass sie dort vielfach übersehen wurden.

Dass die Kerne glatter Muskelfasern und so auch des

---

1) Zeitschr. f. rat. Med. XXVIII. S. 180. T. IX. F. 4, a.

Dilatator pupillae bald stäbchenförmig, bald elliptisch erscheinen, wurde bereits oben im allgemeinen Theil des Näheren ausgeführt. Auf dieser verschiedenen Erscheinungsweise mag es beruhen, dass Merkel die Breite derselben zu 0,006 Mm. angibt, während ich für die Stäbchenform blos 0,0025 Mm. fand. Dagegen stimmen unsere Angaben bezüglich der Länge jener Kerne ziemlich genau überein (0,015 Mm., 0,018 Mm. Merkel).

Durch den Umstand, dass Grünhagen noch bis auf den heutigen Tag die Existenz des Dilatator pupillae mit solcher Energie bekämpft, sehe auch ich mich veranlasst, auf seine Ausführungen näher einzugehen. Doch erscheint es zweckmässig, zuvor noch die dritte Abtheilung der Iris, die Pigmentmembran, zu beschreiben, da dieselbe dort eine wesentliche Rolle spielt, welche ausserdem nicht so leicht verständlich sein dürfte.

III. Die Pigmentmembran der Iris.

Die Pigmentmembran der Iris zerfällt in eine structurlose Basalmembran und die Pigmentschichte.

1. Bruch'sche Basalmembran.

Ueber die Existenz dieser Membran bestehen wie über die des Ueberzugs der vorderen Irisoberfläche wesentliche Meinungsverschiedenheiten. Auch hier bestreitet Henle[1]) die Existenz einer solchen. Ihm zufolge hat der Entdecker jener Membran, Bruch[2]), dieselbe mit seiner „hinteren Begrenzungshaut" i. e. dem Dilatator verwechselt. Dasselbe nimmt Hampeln an, jedoch wie wir später sehen werden,

---

1) l. c. S. 635.

2) Untersuchungen zur Kenntniss des körnigen Pigments der Wirbelthiere. Zürich 1844. S. 6 sqq.

in ganz anderem Sinne. Grünhagen hat die Basalmembran offenbar gesehen; Merkel übergeht dieselbe mit Stillschweigen, ebenso neuerdings[1]) v. Kölliker, während er früher[2]) eine solche beschrieben hat. Abweichend von Bruch's und v. Kölliker's Darstellung, wonach die Basalmembran ein zartes, structurloses Häutchen ist, beschreibt v. Luschka die „membrana iridis posterior". Anfangs[3]) unterschied er an derselben ein an den meisten Stellen mehrschichtiges Epithel aus polygonalen, feinkörnigen Zellen und eine fasrige Grundlage aus Bindegewebe und „serösen Fasern", deren Verbindung mit dem Irisstroma eine so innige sei, dass die Membran nicht in grösseren Stücken abgelöst werden könne. Neuerdings[4]) spricht v. Luschka nur noch von einem „kaum angedeuteten Fasergerüste, das aus lichten, sich kreuzenden, überaus zarten, theilweise durch homogene Substanz zusammenhängenden Fibrillen besteht". Dadurch soll der Dilatator nur unvollständig von dem Stratum nigrum getrennt sein. — Nach meinen Beobachtungen ist die Bruch'sche Basalmembran keineswegs identisch mit der „hinteren Begrenzungshaut" Henle's, denn nicht nur beim Menschen und den Säugethieren habe ich beide, d. h. Dilatator und Basalmembran, mit aller Bestimmtheit nebeneinander gesehen, sondern auch bei Vögeln und Reptilien. Hier ist aber eine Verwechslung um so weniger leicht möglich, als der Dilatator aus quergestreiften Muskelfasern zusammengesetzt wird.

Die Bruch'sche Basalmembran ist eine Fortsetzung von Henle's Basalmembran, v. Kölliker's elastischer Lamelle, v. Luschka's Glaslamelle der Chorioidea. Dieselbe über-

---

1) Handb. d. Gewebel. 5. Aufl. 1867.

2) Mikroskop. Anat. 1854. II. S. 641.

3) Seröse Häute. 1851. S. 42 ff.

4) Anat. d. menschlichen Kopfes. 1867. S. 417.

zieht die hintere Irisfläche ununterbrochen vom Ciliar- bis zum Pupillarrand, indem sie der Pigmentschicht (Stratum nigrum) zur Unterlage dient und dieselbe vom Irisstroma, speciell dem Dilatator pupillae trennt. Häufig wird sie zugleich mit diesem abgelöst, wobei auch wohl einzelne Fasern und, in stark macerirten Präparaten, mehr oder weniger umfangreiche Platten desselben an ihr hängen bleiben können. Die Basalmembran stellt eine durchaus homogene, sehr zarte, dünne, glashelle Membran dar. In ihr und den oben beschriebenen Balken der vorderen Irisfläche sind wohl die elastischen Kräfte zu erblicken, welche nach älteren Ansichten ein Hauptmoment in dem Mechanismus der Irisbewegung bilden sollten.

Bruch's Angabe, es fänden sich in der zarten, glashellen Basalmembran ovale, mitunter zugespitzte Kerne meist in dichtgedrängten Reihen und ausserdem runde Kerne mehr zerstreut, wodurch es öfter den Anschein gewinne, als sei dieselbe aus polyedrischen Zellen zusammengesetzt, möchte ich nicht, wie v. Kölliker, auf Kerne der Capillaren des Irisstroma beziehen; denn das hintere Capillarnetz desselben liegt nicht unmittelbar an der Oberfläche, sondern ist durch den Dilatator pupillae von der Bruch'schen Glashaut getrennt. Vielmehr wird wohl die erste Form von Kernen („oval, mitunter zugespitzt, in dichtgedrängten Reihen") vom Dilatator, die zweite von der Pigmentschicht herzuleiten sein, deren runde Kerne bei der Entfernung derselben leicht frei werden und in der von Bruch beschriebenen Weise die Basalmembran bedecken.

Der Basalmembran selbst sind keine Kerne eigenthümlich.

Vermöge ihrer Zartheit und Elasticität ist die Basalmembran sehr zur Faltenbildung geneigt. Oft sieht man lanzett- oder spindelförmige Abgrenzungen von solcher Regel-

mässigkeit, als ob die Basalmembran im natürlichen Zustand einen Abdruck des Dilatator pupillae bildete, welcher erst durch die mit der Trennung beider verbundene Zerrung und Dehnung zerstört worden sei. Mit jenen „Abdrücken" sind aber nicht die Dilatatorfasern selbst zu verwechseln, welche oft in grösserer oder geringerer Ausdehnung mit der Basalmembran sich ablösen. Diese Verhältnisse haben, wie mir scheint, grossentheils jene Verwechslungen veranlasst, auf Grund deren neuerdings wieder die Existenz des Dilatator pupillae in Abrede gezogen wurde.

Grünhagen [1]) erklärt die „hintere Begrenzungshaut" Henle's für die „Protoplasma-matrix des Pigmentepithels". Nun ist aber jene gar nicht das, was sie bezeichnet; es wird vielmehr, wie wir gesehen haben, der Dilatator durch die Basalmembran von dem Stratum nigrum abgegrenzt. Dass aber „die Protoplasma-matrix des hinteren Pigmentepithels" von diesem durch eine structurlose, zusammenhängende Membran getrennt sein, mit anderen Worten, dass auf der Cuticula einer Protoplasma-matrix sich ein zweites Epithel aufbauen sollte, wäre jedenfalls, meines Wissens wenigstens, ein histologisches Unicum. Ganz abgesehen davon, stimmt die Beschaffenheit von Henle's „hinterer Begrenzungshaut" ganz und gar nicht mit dem Begriff einer Protoplasma-matrix überein. — Dass sich eine solche in ganz regelmässiger Weise in gleichmässig radiär gerichtete, annähernd gleich grosse, isolirbare, von scharfem Contour begrenzte, mit dem allgemeinen Typus organischer Muskelfasern übereinstimmende Spindelzellen erst nachträglich auf künstlichem Wege zerspaltet, klingt gleichfalls einzig in seiner Art. Dazu trifft es sich, dass jene von Grünhagen als „Kunstproducte" erklärten Fasern Kerne besitzen, welche

1) Zeitschr. f. rat. Med. XXVIII. S. 181.

Grünhagen selbst von verschiedenen Thieren, Hammel, Kalb, Kaninchen, Katze „und vielen anderen Säugethieren" genau ebenso beschreibt und abbildet[1]), wie die der Sphinkterfasern.

Obgleich ferner jene Kerne durchweg in der Mitte der Fasern und in der Längsachse derselben gelegen sind, so verdanken wir nach Grünhagen[2]) eine solch regelmässige Anordnung derselben nichtsdestoweniger einem blossen Zufall; denn dieselben gehören gar nicht zu den Fasern, sondern sind „fremdes Eigenthum", indem sie einerseits von dem abgepinselten Pigmentbelag, andererseits von dem Epithel der „dicht anliegenden" Gefässe herrühren. Aber warum denn einer „Protoplasma-matrix" mit aller Gewalt Kerne absprechen?

Es ist wohl kaum mehr nöthig zu erwähnen, dass die Faserung von Grünhagen's „Protoplasma-matrix" nicht nur bei den verschiedensten Behandlungsweisen in derselben Weise sich darstellt und ihre Form durchgängig beibehält, sondern auch an einer ganz frischen, mit keinerlei differenten Reagentien behandelten menschlichen Iris bereits ganz ebenso, wenn auch noch nicht so scharf hervortritt, dass dieselbe also nicht ein durch Reagentien bewirktes Kunstproduct ist. Die Grünhagen'schen Angaben erkläre ich mir daraus, dass er bald die Basalmembran, bald das Radiärmuskelhäutchen vor Augen hatte und ausserdem noch Zellenelemente der vor und hinter beiden gelegenen Schichte in die Verwechslung hineinzog. Noch deutlicher ist diese bei Hampeln ausgesprochen. Indem er die Bruch'sche Glashaut mit Henle's „hinterer Begrenzungshaut" identificirt, meint er, dieser Autor muthe jener zu, dass sie „ent-

---

1) Zeitschr. f. rat. Med. XXVIII. T. IX. F. 2, a. F. 3; 4 c; 6; 13 c. S. 178.

2) l. c. S. 183.

weder aus Muskelfasern bestehen oder wenigstens solche enthalten" solle.[1]) Gerade Hampeln's Beschreibung spricht übrigens ganz deutlich für das distincte Vorhandensein der beiden von ihm confundirten Schichten der Muskel- und der Basalmembran. Bald ist die eine, bald die andere, bald sind beide zugleich ins Auge gefasst. Beim Kaninchen erschien Hampeln die „hintere Begrenzungshaut" „bald homogen, bald fasrig". Im letzteren Fall nimmt er auch bisweilen stäbchenförmige Kerne darin wahr. Auch beim Menschen wird der Dilatator unbewussterweise beschrieben und abgebildet [2]); die radiäre Streifung soll aber ausschliesslich von der radiären (?) Anordnung des Pigments, nicht von einer entsprechenden Differenzirung seines Gewebes herrühren. Und doch hat Hampeln die Fasern des Dilatator ganz deutlich gesehen und beschrieben.[3]) Indem er sich nämlich nach Grünhagen's Vorgang vorzugsweise radicaler Behandlungsmethoden (Moleschott'scher Kalilösung, Zerzupfen u. s. w.) bediente, erhielt er auf letztgenanntem Wege ein Präparat, an welchem er eine vom übrigen Gewebe scharf abgegrenzte Schicht aus steifen Fasern beschreibt, die an einigen Stellen deutliche Kerne von oblonger oder Stäbchenform (0,009—0,012 Mm. lang, 0,003—0,005 Mm. breit) erkennen liessen — Angaben, welche mit der oben gegebenen Beschreibung des Dilatator pupillae ganz gut übereinstimmen. An einem Zerzupfungspräparat lässt sich freilich die natürliche Anordnung und Lage der Theile gewöhnlich nicht mit wünschenswerther Genauigkeit bestimmen, und so erfahren wir auch von Hampeln bezüglich jener „scharf abgegrenzten Schicht aus steifen Fasern" weder in dieser noch in einer anderen Richtung etwas Weiteres; überhaupt geschieht der-

1) l. c. S. 19.

2) l. c. S. 26. F. 5, c.

3) l. c. S. 15.

selben keiner Erwähnung mehr. An anderen Stellen dagegen hat Hampeln bei seiner Darstellung der „hinteren Begrenzungshaut“ ganz deutlich die Basalmembran vor Augen, indem er[1]) dieselbe „theils glashell und homogen, theils von zahlreichen Kernen, den vom Irisstroma mit abgehobenen Bindegewebskörperchen, bedeckt“ sein lässt. Wo der Ursprung dieser Kerne herzuleiten ist, ist bereits oben, gelegentlich von Bruch's Darstellung, gesagt worden. Es liessen sich Herrn Hampeln wohl noch mancherlei Widersprüche nachweisen, doch fürchte ich, mich bereits zu weit auf eine Einzelkritik der Gegner des Dilatator pupillae eingelassen zu haben.

2. Pigmentschichte (stratum nigrum).

Die Pigmentschichte ist wie ihre Basalmembran eine Fortsetzung der bezüglichen Schicht der Chorioidea beziehungsweise des Corpus ciliare. Dieselbe überzieht die ganze hintere Irisfläche und springt am Pupillarrand noch um etwa 0,1 Mm. über die vorderen Schichten hinaus vor. An macerirten Augen, sowie einige Tage nach dem Tod lässt sie sich in grossen, zusammenhängenden Stücken ablösen. Auf Durchschnitten erhält man sie in Folge ihrer leichten Zerstörbarkeit selten unversehrt; daher schwanken auch die Angaben bezüglich ihrer Mächtigkeit beträchtlich. Brücke[2]) gibt für dieselbe etwa 0,02 Mm., v. Kölliker[3]) 0,008—0,01''' oder 0,018—0,022 Mm., Henle[4]) und v. Luschka[5])

1) l. c. S. 28. F. 6.

2) l. c. S. 22.

3) Mikroskop. Anat. II, 2. S. 639. — Handb. der Gewebelehre. 5. Aufl. S. 663.

4) l. c. S. 630.

5) l. c. S. 417.

0,008 Mm. an. Auch bezüglich ihrer Zusammensetzung gehen die Ansichten auseinander. Nach Bruch[1]) soll das Stratum nigrum der Iris wie das der Chorioidea aus polyedrischen, meist sechseckigen, von einer Membran umschlossenen Zellen bestehen, nach v. Kölliker aus „kleinen, rundlichen, von Pigmentmolekülen dicht erfüllten Zellen, ähnlich denen des Corpus ciliare.“

Henle[2]) verwirft die Annahme einer gleichmässigen Zusammensetzung der Pigmentschicht aus Zellen; bloss zuweilen und in der tiefsten Lage finden sich platte, polygonale Pigmentzellen, welche denen der Chorioidea ähnlich, aber dichter von Pigmentkörnchen erfüllt sind. Häufiger ist nach Henle auch hier eine zusammenhängende, nur durch eingestreute Kerne unterbrochene Pigmentmasse vorhanden; näher der freien Oberfläche verschwinden auch die Kerne, so dass die Masse ganz gleichförmig erscheint. Mit dieser Darstellung stimmt im Wesentlichen die v. Luschka's[3]) überein, welcher bloss stellenweise eine Differenzirung in zellenartige Portionen annimmt, im Uebrigen dagegen eine gleichartige Masse aus dicht gedrängten, von einer glasartig hellen Kittsubstanz zusammengehaltenen Pigmentmolekülen, zwischen welche farblose Kerne ohne Ordnung eingestreut sind. Hampeln[4]) nimmt eine gleichmässige Anordnung der Pigmentmoleküle zu rundlichen oder polygonalen Haufen von constanter Grösse (0,021—0,03 Mm. im Durchmesser) an, welche durch Chromsäure- und Kalilösung isolirt werden können. In ihrer Mitte sei meist der Kern als heller Fleck von 0,006 Mm. Durchmesser sichtbar.

Meine Beobachtungen bestätigen im Wesentlichen die

---

1) l. c. S. 3.
2) l. c. S. 635.
3) l. c. S. 417.
4) l. c. S. 18.

Angaben Henle's und v. Luschka's. Im Gegensatz zu Henle fand ich die tiefste Schichte des Stratum nigrum gewöhnlich, nicht blos bisweilen, aus Zellen bestehend. Am besten bedient man sich zur Untersuchung dieser Verhältnisse ganz frischer Objecte. Man erkennt dann Zellen, welche von feinen, rundlichen Pigmentmolekülen dicht erfüllt sind und meist einen rundlichen oder länglichen Kern durchschimmern lassen. Gestalt und Grösse derselben wechselt beträchtlich. Neben rundlichen kommen mehr oder weniger in die Länge gestreckte Zellen vor. Die Ränder derselben sind seltener regelmässig, als in verschiedener Weise gezackt und ausgeschnitten. Diese letzteren Formen erinnern an die von Henle[1]) aus der Suprachorioidea abge bildeten Pigmentzellen. Den bisher beschriebenen Zellen fehlt eine Hüllmembran ganz entschieden; daher werden sie so leicht durch Druck zerstört und ihre Kerne frei. Dagegen habe ich eine zweite Art von Zellen in der Pigmentschichte der Iris beobachtet, welche zwischen jenen eingestreut, von mehr oder weniger kreisrunder, platter Gestalt, von beträchtlicher Grösse (0,0375—0,05 Mm.) und durch eine zarte Hüllmembran scharf abgegrenzt sind. Dieselben sind meist nicht vollständig mit Pigmentkörnern erfüllt, vielmehr erscheint ein Theil derselben, gewöhnlich die eine Hälfte, ganz blass. Hier liegt der rundliche Kern. Auch vollkommen helle Zellen kommen vor. Ueber Charakter und Bedeutung dieser bis jetzt unbeachtet gebliebenen Zellen müssen weitere Beobachtungen, womöglich an frischen Objecten, näheren Aufschluss geben. Ich kann mich des Verdachts nicht ganz erwehren, dass es sich hier um Quellungsproducte handeln könnte; daher die Anwendung von Wasser in irgend welcher Form bei der Untersuchung zu vermeiden wäre.

---

1) l. c. S. 469.

Diese tiefere, differenzirte Schicht des Stratum nigrum kann man als eigentliche Fortsetzung der Pigmentzellenlage der Chorioidea betrachten, über welche an der Iris noch eine nicht differenzirte Pigmentmasse gleichsam aufgeschüttet ist. Letzterem Umstand verdankt die Pigmentschicht der Iris ihre grössere Dicke gegenüber von jener.

Die Frage, ob dieselbe an ihrer Oberfläche durch eine besondere, für sich darstellbare Grenzmembran (cuticula) überzogen wird, wird verschieden beantwortet. v. Luschka, v. Kölliker und Henle verwerfen die Existenz einer solchen. Ersterer[1]) hält die angebliche Membran nur für die hautartig zu Tag tretende Oberfläche des die Pigmentmoleküle zusammenhaltenden, schleimartigen Bindemittels. Auch Henle[2]) leitet den scharfen Contour, welcher an Falten der Iris die Oberfläche des Stratum nigrum begrenzt, von dem die Pigmentkörner zusammenkittenden Protoplasma her, welches an der freien Oberfläche einen schmalen, hellen Saum darstelle. v. Kölliker glaubt, dass jene feine, scharf gezeichnete Linie, welche in nicht frischen Augen und bei Zusatz von Alkalien sich abhebt und selbst stellenweise ablöst, den vereinten äusseren Zellwandungen der nach ihm durchaus differenzirten Pigmentschicht entspricht; denn nach Ablösung derselben ermangele diese immer eines scharfen Contours, es erscheinen vielmehr die Pigmentkörner blossgelegt und zerstreuen sich dieselben nun leicht. Die Richtigkeit der von Henle, v. Luschka und mir vertretenen Auffassung von der Structur der Pigmentschicht vorausgesetzt, muss die Beobachtung v. Kölliker's von einer sich abhebenden und selbst ablösenden feinen scharf gezeichneten Linie durchaus für die Existenz einer selbstän-

---

1) Seröse Häute. S. 46.
2) l. c. S. 635.

digen Grenzmembran der Pigmentschicht sprechen, in deren Annahme ich denn auch mit der Mehrzahl der Anatomen übereinstimme.

Dieselbe wird bald Membrana s. Lamina pigmenti (Wharton Jones, Huschke[1]), Krause[2]), bald Membrana Jacobi (Arnold)[3]), Membrana limitans (Pacini, H. Müller[4]), Klebs[5]), Brücke[6]) genannt.

Am besten wird das Häutchen, wie v. Kölliker angibt, an Falten der Iris durch Zusatz von Alkalien zur Ansicht gebracht. Dasselbe „in grosser Ausdehnung und ohne Zerreissung sehr leicht abzulösen", wie dies Krause beschreibt, ist mir nicht gelungen.

Die Iris von Säugethieren, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Musculatur.

Von Säugethieren habe ich ausser dem Menschen untersucht: Kaninchen, Maus, Katze, Schwein, Ziege und Rind.

Iris des Kaninchens.

Wie beim Menschen ist hier die vordere Irisfläche von einem Endothel überzogen; die hintere dagegen bei dem gerade desshalb vorzugsweise benützten albinotischen Kaninchen vollkommen farblos. Anstatt des Stratum nigrum findet man hier eine geschichtete Lage aus polygonalen Zellen. Hampeln[7]) konnte „von Zellmembranen bei keiner

1) Lehre von d. Eingeweiden, v. Ammon's Zeitschr. Bd. IV. S. 709.

2) Meckel's Arch. f. Anat. u. Physiol. Bd. VI. — Müller's Arch. 1837. S. 33.

3) Handb. d. Anat. II. S. 1036.

4) Gräfe's Arch. II, 2. S. 46.

5) Virchow's Arch. XXI. S. 185.

6) l. c. S. 25 u. 33. 7) l. c. S. 14.

Behandlung etwas entdecken, sondern die Kerne schienen in eine structurlose Masse eingebettet zu sein.“ Dagegen machten sich mir nicht bloss die Kerne, sondern auch die Contouren der Zellmembranen nur allzu bemerklich, indem dadurch die Untersuchung der daruntergelegenen Theile nicht wenig gestört wird. Es ist nämlich jene hintere Zellenlage im Gegensatz zur gewöhnlichen Pigmentmembran auch nach Maceration nur schwer vollständig zu entfernen.

Als Unterlage dient derselben eine verhältnissmässig stark entwickelte Basalmembran, welche oft eigenthümliche Faltenbildungen eingeht. Dieselbe ist durchaus strukturlos.

Das Irisstroma erhebt sich auf der hinteren Fläche in Leisten, wie beim Menschen; doch sind dieselben in mehreren Punkten verschieden. Es setzen sich nämlich beim Kaninchen die Ciliarfortsätze nicht sowohl, wie Grünhagen angibt, auf die Iris fort, vielmehr sind es hier Irisfortsätze, welche nur mit ihren spitz zulaufenden Enden den Ciliarrand überschreiten. Es sind an jeder Irisleiste zwei Abschnitte zu unterscheiden, ein äusserer und ein innerer. Dieselben verhalten sich zu einander, wie der Ciliarfortsatz zur Irisleiste. Der äussere Abschnitt, die Iriskämme, wie sie passend genannt werden können, nehmen wie die Ciliarfortsätze beim Menschen, von aussen nach innen an Mächtigkeit zu. Ihre Oberfläche ist, wie dort, unregelmässig eingekerbt. Dieselben erstrecken sich bis auf ohngefähr 1 Mm. Entfernung vom Pupillarrand nach innen. Hier geschieht die Endigung, ähnlich wie bei den Ciliarfortsätzen, in der Weise, dass das abgerundete, kolbige Ende frei überragt. Unter diesem Vorsprung setzt sich die viel kürzere und niedrigere Irisleiste an. Die Grenze zwischen beiden ist daher eine scharfe und schon mit blossem Auge als eine in der angegebenen Entfernung den Pupillarrand umkreisende Linie erkennbar. Die Irisleisten reichen wie beim Menschen

bis zum äusseren Rand des Sphinkter, wo sie sich verlieren. Nach Hampeln [1]) sollen „die Streifen der hinteren Irisfläche“ bereits in der Mitte derselben, also da verschwinden, wo nach obiger Darstellung die Iriskämme noch immer an Höhe zunehmen.

Das Irisstroma ist beim Kaninchen an Bindegewebe beträchtlich reicher als beim Menschen, sodass besonders die Mittelschicht desselben jenes lockeren, beinahe spongiösen Baues entbehrt. Mit der Entwickelung der faserigen Elemente steht aber die der Stromazellen in umgekehrter Proportion und überdies auch die Beweglichkeit der Iris.

Die Irismusculatur ist beim Kaninchen zum Theil genauer studirt worden, als beim Menschen. Auch in der Medicin resortiren manche heutzutage mehr zum Hunde- oder Kaninchenstall, als zum Krankenbett. — Was zunächst die circuläre Musculatur betrifft, so findet sich beim Kaninchen, wie zuerst v. Kölliker [2]) beobachtet hat, ein accessorischer, sehr schmaler Sphinkter, welcher nach aussen und vorn vom Hauptring, in der Gegend des Annulus minor gelegen ist. Ich fand seinen Abstand von der vorderen Irisoberfläche bei einem jungen Thier = 0,075 Mm., seine Breite = 0,050 Mm. (0,056 v. Kölliker).

Bezüglich der Anordnung des Dilatator pupillae hält v. Kölliker [3]) auch heute noch für das Kaninchen daran fest, dass derselbe aus vielen, schmalen Bündeln besteht, die „weit entfernt eine zusammenhängende Lage zu bilden, jedes für sich und zwar mehr an der hinteren Fläche zwischen den Gefässen nach innen verlaufen.“ Also auch bezüglich ihrer Lage soll die Radiärmusculatur des Kaninchens von

---

1) l. c. S. 32.
2) Mikroskop. Anat. II, 2. S. 638.
3) Handb. d. Gewebel. 5. Aufl. S. 663.

der des Menschen verschieden sein. Dagegen bildet nach Grünhagen die „hintere Begrenzungshaut" Henle's, welche Grünhagen freilich auch beim Kaninchen nicht als den Dilatator anerkennt, eine continuirliche Lage, ebenso nach v. Hüttenbrenner. Dieser bemerkt ausdrücklich: „Wenn man die ganze Iris weisser Kaninchen von der Fläche ansieht, glaubt man Bündel zu sehen, aber die Untersuchung von Querschnitten hat dies nicht bestätigt", vielmehr sieht man hier, dass der Dilatator eine continuirliche Lage bildet. Die Angabe v. Hüttenbrenner's, dass von dieser „einzelne Faserbündel, übrigens selten, abzweigend gegen die Substanz der Iris zu gehen", kann ich nicht bestätigen, v. Hüttenbrenner müsste denn die Insertionsstelle des Dilatator im Auge haben.

Merkel's Darstellung von der Anordnung des Dilatator pupillae beim Kaninchen steht gewissermaassen in der Mitte zwischen den beiden eben gegebenen. Merkel erklärt denselben für eine zwar continuirliche, nicht aber gleichmässige Lage, indem sich dieselbe nämlich von Stelle zu Stelle zu radiären Bündeln verstärken, die Zwischenräume dagegen von einer einfachen Lage von glatten Muskelfasern eingenommen sein sollen. In ganz anderer Weise vermitteln die dazu gegebenen Abbildungen[1]) die bestehenden Widersprüche, indem die einen [2]) der ersten, die andern der zweiten Darstellung vom Dilatator beim Kaninchen entsprechen. In einer der letzteren[3]) ist der Dilatator, auf dem Querschnitt, ganz ebenso dargestellt, wie ich ihn in gleicher Weise beim Kaninchen und beim Menschen gesehen habe, nämlich als dunklere, schmale, übrigens gleich-

---

1) l. c. T. II.

2) l. c. s. z. B. F. 1 u. 2. Siehe auch Abbildung in Zeitschr. f. rat. Med. XXXIV.

3) l. c. F. 3.

mässig dicke, nicht von Stelle zu Stelle verdickte, ununterbrochene Randzone. An der Darstellung der hinteren Irisfläche in genannter Abbildung habe ich nur auszusetzen, dass die Leisten derselben nicht stark genug hervortreten.

Iris der Maus.

Ausser dem Kaninchen habe ich aus der Ordnung der Nager die Maus untersucht, welche sich, wie jenes, durch ihre weisse Varietät hierzu empfiehlt, andererseits übrigens in Folge der Kleinheit und Zartheit der Iris der Untersuchung auch besondere Schwierigkeiten entgegenstellt.

Die Iris der Maus zeigt in ihrem Bau im Wesentlichen grosse Uebereinstimmung mit der des Kaninchens. Die Irisleisten erstrecken sich bei der Maus bloss etwa bis zur Mitte der Breite der Iris. In der äusseren Hälfte kann also der Dilatator pupillae, wie dies beim Menschen und Kaninchen in grösserer Ausdehnung gilt, nicht in einer Fläche übersehen werden, vielmehr scheint er, bei derselben Einstellung, in einzelne durch Zwischenräume getrennte, radiäre Bündel zu zerfallen. Auf diese Weise ist wohl überhaupt die irrthümliche Ansicht von der Discontinuität des Dilatator zu erklären. Mit jenen Niveauverhältnissen der hinteren Irisoberfläche hängt auch ohne Zweifel jene weitere Ansicht zusammen, dass die Dilatatorfasern in mehrfachen Lagen übereinander angeordnet vorkommen; indem nämlich die Fasern der aus den Rinnen an den steilen Leisten sich hinaufziehenden continuirlichen, einfachen Schicht scheinbar hintereinanderliegend gesehen werden. Beispiele von Verwechselungen beiderlei Art sind bereits beim Menschen und Kaninchen erwähnt worden. Auch bei der Maus finden sich dieselben wiederholt. v. Hüttenbrenner stellt die Anordnung des Dilatator pupillae bei diesem Thier in

der Weise dar, dass die Fasern desselben bloss bis gegen die Mitte der Breite der Iris eine gleichmässige, continuirliche Lage bilden, nach aussen davon aber eine zwar noch continuirliche, jedoch von Stelle zu Stelle zu radiären, säulenartigen Bündeln verdickte Schicht. Gegen den Ciliarrand lassen sich nur noch diese Bündel verfolgen. Es ist zu bemerken, dass der Ort des Auftretens jener Bündel mit dem des Endes der Irisleisten zusammenfallen soll, und dass diese gegen den Ciliarrand hin steiler, die Rinnen tiefer werden.

Nach meinen Untersuchungen ist der Dilatator pupillae bei der Maus, abgesehen von Ursprung und Insertion, eine gleichmässige, continuirliche Lage, welche auch hier die hintere Oberfläche des Iristroma einnimmt.

Der Sphinkter pupillae ist bei der weissen Maus verhältnissmässig stark entwickelt, was, wie schon oben angedeutet, wohl daraus zu erklären ist, dass derselbe bei den in beständiger Gefangenschaft lebenden, dem Tageslicht fortwährend ausgesetzten Albinos (von Natur ist die Hausmaus mehr ein nächtliches Thier) stärker angestrengt und daher stärker entwickelt ist. Von der hinteren Fläche springt der Sphinkter als ein rundlicher Wulst vor, an welchem sich die Dilatatorfasern, so weit sie nicht in die Tiefe abbiegen, in gedehnten Spiraltouren hinaufwinden, um, theilweise bis nahe an den Pupillarrand vordringend, gleichfalls in den Ringmuskel umzubiegen.

Während v. Hüttenbrenner die Kerne der Sphinkterfasern als oblong bezeichnet, habe ich diese sowohl, als die der Dilatatorfasern meist, auch an frischen Objecten nach Essigsäurezusatz, exquisit stäbchenförmig hervortreten sehen. Wir finden also hier denselben Unterschied, von welchem beim Menschen ausführlich die Rede war.

Iris der Katze.

Bei der Katze ist, im Gegensatz zur weissen Maus, der Dilatator verhältnissmässig stark entwickelt, was wohl auf das nächtliche Leben dieses Thieres zurückzuführen ist. Im Uebrigen ist das Verhalten der Irismusculatur wesentlich dasselbe, wie bei den vorher beschriebenen Thieren.

Iris des Schweins.

Das Stroma ist hier, ähnlich wie beim Menschen, von lockerer Beschaffenheit. Die Gefässe besitzen ähnliche verdickte Wandungen, wie dort. Die vordere, vom Endothel überkleidete Schicht des Stroma ist gleichfalls reich an Pigment, besonders nach innen, gegen den Pupillarrand zu.

Die Bündel des Sphinkter sind loser angeordnet und besonders in der äusseren Hälfte desselben durch breitere Bindegewebssepta getrennt. Der Dilatator hat in jeder Hinsicht grosse Aehnlichkeit mit dem des Menschen.

Iris des Rinds.

Die Iris des Rinds fällt vor Allem durch ihre Dicke und Derbheit auf. Letztere ist bedingt durch die dichte Verflechtung und Mächtigkeit der Bindegewebsbündel auch in der Mittelschicht des Irisstroma. Dieselben verlaufen in allen Richtungen, besonders aber von vorn nach hinten, wobei sie die Gefässe gewöhnlich in der Art umwickeln, dass zwei sich vor und hinter demselben kreuzende Bündel ein einziges oder mehrere Gefässe zwingenartig zwischen sich fassen. Zu innerst wird jedes Gefäss noch von circulären Fasern umwickelt. Die Stromazellen treten gegen die Bindegewebsfasern beträchtlich zurück. Dieselben sind

vorzugsweise bipolar und anastomosiren theilweise mit einander.

Was die Pigmentirung des Irisstroma beim Rind betrifft, so finden sich hier ähnliche Unterschiede wie beim Menschen, nämlich dunkle und helle Augen. Letztere besitzen oft fast gar kein Stromapigment, wesshalb die Iris nach Entfernung des Stratum nigrum auffallend weisslich erscheint. Dunkle Augen dagegen sind sehr reich an Stromapigment, welches sich besonders gegen die vordere Irisfläche aufs Dichteste anhäuft. Auf dieser tritt es als radiär gerichtete, sehr in die Länge gezogene, zuweilen verästigte und mit einander communicirende Streifen zu Tage. Unter dieser oberflächlichen finden sich ähnliche Lagen von Pigment, deren Richtungslinien die jener und sich gegenseitig schief durchkreuzen.

Während die vordere Fläche beim Rind eben ist, zeigt die hintere, wie gewöhnlich, Leisten, welche übrigens den Rand der querovalen Pupille lange nicht erreichen. Die Rinnen zwischen den breiten Radiärleisten stellen enge Spalten dar.

Der Sphinkter pupillae zeichnet sich beim Rind dadurch aus, dass seine der hinteren Oberfläche am nächsten gelegenen Fasern ganz in derselben Weise pigmentirt sind, wie dies vom Dilatator oben, beim Menschen, beschrieben wurde und auch für den Dilatator beim Rind gilt. Da dies ein physiologisches Vorkommen ist, so muss wohl angenommen werden, dass die Function dieser Muskeln durch den Pigmentgehalt nicht beeinträchtigt wird. Der Dilatator pupillae bietet in seiner Anordnung ganz dieselben Verhältnisse dar, wie beim Menschen. Die Länge seiner Fasern beträgt 0,08 Mm., ihre Breite 0,005 Mm. Auf Querschnitten erscheint der Dilatator auch hier als dünne, dunkle Randzone der hinteren Fläche des Irisstroma.

Iris der Vögel.

Von Vögeln habe ich untersucht: Fringilla spinus (Zeisig), Cypselus murarius (Mauerschwalbe) und Anas domestica (Hausente). Wie bei den Säugethieren zeigt auch bei den Vögeln die Anordnung der hier quergestreiften Musculatur wesentliche Uebereinstimmung. Nicht unbedeutende Schwierigkeiten, welche übrigens bei weissen, albinotischen Exemplaren der Hausente theilweise wegfallen, stellt der Erforschung der Irismusculatur das Irispigment entgegen, welches sowohl die vordere als hintere Fläche des Organs überzieht. Dasselbe haftet sehr fest, so dass Abpinseln hier nicht zum Ziel führt. Daher bediente ich mich nach dem Vorgang v. Wittich's und Grünhagen's des Chlorwassers, welches ich mehrere Tage hindurch einwirken liess. Die Elemente der quergestreiften Musculatur werden dadurch nicht wesentlich alterirt, während das Pigment mehr oder weniger vollständig entfärbt wird.

Das Irisstroma ist bei den Vögeln sehr arm an Bindegewebe, um so mehr fällt der Reichthum an Blutgefässen, Muskeln und Nerven auf. Die ersteren verästeln sich verhältnissmässig wenig und die Arterien gehen zum grossen Theil nicht zunächst in Capillaren, sondern unmittelbar in Venen über. Von der physiologischen Bedeutung dieser Einrichtung war bereits oben bei der Iris des Menschen die Rede.

Der Sphinkter pupillae erstreckt sich bei den von mir untersuchten Vögeln vom Pupillar- bis zum Ciliarrand, somit die ganze Breite der Iris einnehmend. Dabei erkennt man auf Radiärschnitten, dass seine Mächtigkeit, im geraden Gegensatz zum Sphinkter beim Menschen, von der Mitte der Iris nach beiden Rändern zu, besonders nach innen, abnimmt, während Krohn seine grösste Mächtigkeit an

den Ciliarrand verlegt. Der Dilatator liegt beim Zeisig und bei der Mauerschwalbe der hinteren Sphinkterfläche, in einfacher Lage, ziemlich nahe auf. Diese Lage ist nicht continuirlich, was dagegen nach v. Hüttenbrenner[1]) bei Vogelembryonen der Fall ist. Andererseits ist beim erwachsenen Thier die Anordnung auch nicht bündelförmig; es liegen vielmehr die Muskelfasern lose neben einander. — Einen besonderen Anblick bietet der Dilatator pupillae, von der hinteren Irisfläche aus betrachtet, bei der Hausente. Derselbe bildet hier ein Netzwerk aus ziemlich dicken Muskelfasern, dessen weite Maschenräume in radiärer Richtung in die Länge gezogen sind. — Nach innen theilen sich die Fasern unter stumpfem Winkel gabelig, um nach und nach in den Sphinkter umzubiegen. Dabei müssen sie die hier ziemlich dicke bindegewebige Zwischenschicht durchdringen.

Iris der Reptilien.

Aus dieser Klasse habe ich Vertreter von der Ordnung der Saurier und der Schlangen untersucht; aus der Gattung Lacerta die bei uns gemeine L. agilis, ferner L. vivipara, welche ich in der Nähe von Meran, sowie L. muralis, welche ich auf einer Laguneninsel östlich von Venedig erbeutet habe, endlich noch Anguis fragilis (die gemeine Blindschleiche), und von Schlangen Tripodonotus natrix (Ringelnatter).

Auch hier ist, wie bei den beiden höheren Thierklassen, die grosse Uebereinstimmung in der Anordnung der Irismusculatur zu constatiren. Der gesammte Bau der Iris bei den Reptilien schliesst sich an den der Vögel an.

Bei Lacerta findet sich zweierlei Irispigment, ein bei

---

1) l. c. p. 518.

durchfallendem Licht schwarzes und ein hell braun-röthliches. Ich kann also die Angabe v. Hüttenbrenner's[1]) nicht bestätigen, welcher von einem Mangel an Pigment in der Iris von L. agilis spricht. Freilich ist dasselbe leichter zu entfernen, als bei anderen Thieren, ja löst sich schon beim Herausnehmen der Iris, wenigstens von der hinteren Fläche besonders gegen die Mitte hin ab. Das schwarze, oberflächliche Pigment entspricht dem Stratum nigrum der beiden vorhergehenden Klassen. Dasselbe liegt der hinteren Irisoberfläche nach aussen gegen den Ciliarrand hin in einfacher Zellenlage auf. Diese ist nicht continuirlich, sondern vielfach durchbrochen, indem die sternförmigen, mit zahlreichen Ausläufern versehenen Zellen Zwischenräume frei lassen. Dagegen häufen sich die Pigmentzellen gegen den Pupillarrand in mehreren Lagen über einander an, und indem sie sich dichter zusammendrängen, verlieren sie ihre Fortsätze mehr oder weniger vollständig und nehmen zuletzt eine polygonale oder rundliche Gestalt an. Häufig lassen sie einen Kern durchschimmern. Auch die vordere Irisfläche ist von diesem schwarzen Pigment in ganz ähnlicher Anordnung überzogen, wie sie eben von der hinteren Fläche beschrieben wurde. Den darunter liegenden Gefässstämmen entlang ist dasselbe durchweg, also auch gegen den Ciliarrand hin, dichter angeordnet. Indem die hier mit besonders zahlreichen und zierlichen Fortsätzen versehenen Zellen entsprechende Zwischenräume begrenzen, erhält man oft den Anblick eines niedlichen Filigranwerks. — Das rothbraune Stromapigment ist bei den Sauriern in Zellen angeordnet, während es bei der Ringelnatter, wo es im durchfallenden Licht mehr von ziegelrother Farbe ist, in diffuser Form auftritt. Jene Stromapigmentzellen sind mit reichlichen

---

1) l. c. p. 520.

Fortsätzen versehen, welche zum Theil mit denen benachbarter sich verbinden.

Das Irisstroma ist bei den Reptilien noch spärlicher mit Bindegewebe versehen, als bei den Vögeln, dagegen zeichnet sich dasselbe, wie dort durch einen Reichthum von Blutgefässen, Nerven und Muskeln aus. Erstere zeigen das eigenthümliche Verhalten, auf welches schon beim Menschen und den Vögeln hingewiesen wurde, in noch ausgezeichneterem Mass. Zur Untersuchung desselben fand ich besonders die Eidechse geeignet, wo ich überdies öfters das Glück hatte, eine durchgehende natürliche Injection der Blutgefässe anzutreffen. Man sieht hier in ziemlich gleichen Abständen Gefässstämme am Ciliarrand eintreten, ohne irgend welche Verästlung unter mässigen Windungen nach innen verlaufen, am Pupillarrand eine einfache Schlinge bilden, deren Convexität einen flachen Vorsprung in das Lumen der gewöhnlich runden Pupille macht, und in derselben Weise wieder zum Ciliarrand zurückkehren. Da das Gefäss während dieses ganzen Verlaufs, wie gesagt, keine Aeste abgibt, so behält es auch dieselbe Weite (durchschnittlich 0,04 Mm.) bei. Wenn man bedenkt, dass bei einem so kleinen Thierchen, wie die Eidechse, schon die Aorta nur ein winziges Gefässchen darstellt, so muss man einen Dickendurchmesser von 0,04 Mm. als einen ganz respectabeln anerkennen. Ausser diesen radiären Gefässstämmen finde ich noch ein ohngefähr in der Mitte der Breite der Iris circulär verlaufendes Gefäss, welches jene an Mächtigkeit noch übertrifft. Dasselbe ist hinter ihnen gelegen. Eine Communication zwischen beiden konnte ich nicht bemerken. Leider bin ich nicht mehr dazu gekommen, die näheren Verhältnisse des Ursprungs, Verlaufs, der Endigung und physiologischen Bedeutung dieses Ringgefässes zu verfolgen. Dasselbe verdient um so grösseres

Interesse, als es dem sonst so übereinstimmenden Allgemeintypus der Architektonik der Iris zuwiderläuft. Nur noch eine Vermuthung möchte ich bezüglich desselben äussern, dahin gehend, dass jenes Ringgefäss mit seinen Zweigen für die Ernährung der Iris sorgt (vas privatum), während die Radiärgefässe ausschliesslich functioneller Natur sind. Diese ist wohl eine doppelte, eine motorische und eine secretorische (Humor aqueus).

Die Irismusculatur ist bei den Reptilien schwächer entwickelt, als bei den Vögeln. Es ist wohl möglich, dass die weitergehende Entwicklung jener eigenthümlichen Gefässanordnung ein compensirender Factor ist. Zudem muss auch die Stumpfheit der Kaltblüter in Betracht gezogen werden, vermöge deren Retina und Iris hier weniger lebhaft reagiren und demgemäss auch nur eine schwache Musculatur sich „herangezüchtet“ haben. Nach v. Hüttenbrenner's Darstellung könnte man bei den Reptilien eine eigenthümliche Anordnung der Irismusculatur vermuthen, doch findet sich auch hier der allgemeine Typus wieder.

Der Sphinkter nimmt bei der Ringelnatter zwar die ganze Breite der Iris ein, ist jedoch sehr schmächtig; bei den Eidechsen reicht er nach aussen nur wenig über die Mitte der Iris hinaus, ist aber dafür dicker. — Der Dilatator pupillae bildet bei den Reptilien so wenig wie bei den Vögeln eine continuirliche Muskelschicht, vielmehr sind die theils isolirt verlaufenden, theils zu dünnen Muskelfasern vereinigten Fibrillen an vielen Stellen durch grössere oder kleinere Zwischenräume getrennt. Diese sind von einer homogenen Substanz ausgefüllt. Nach aussen gegen den Ciliarrand hin beobachtet man dichotomische Theilung der Muskelfasern, übrigens gewöhnlich bloss einmal an derselben Faser. An ihrer Insertion biegen die Fasern einfach, in verschiedenen Breiten, in den Ringmuskel um. Von einem Netzwerk,

wie es v. Hüttenbrenner darstellt, habe ich nichts bemerkt. Die meisten Radiärfasern gehen bereits am äusseren Rand des Sphinkter in diesen über, der Rest dringt, wie dies beim Menschen ausführlicher beschrieben wurde, theils auf der hinteren, theils auf der vorderen Fläche, theils zwischen den Fasern des Sphinkter mehr oder weniger weit nach innen, gegen den Pupillarrand vor, um gleichfalls schliesslich umzubiegen.

Die Homologie mit den bezüglichen, so viel deutlicher in die Augen springenden Verhältnissen bei Vögeln und Reptilien müssen die Bedenken[1]) hinsichtlich eines Uebergangs von Dilator und Sphinkter beim Menschen auch demjenigen benehmen, dem die directe Anschauung dieses Verhaltens beim Menschen nicht bis zur vollen Ueberzeugung gelungen ist.

Gerade die Iris der Reptilien möchte ich zu allgemeinen Studien über die quergestreifte Musculatur wegen der hier sich findenden ausserordentlichen Dünnheit und Auflösung derselben in ihre Elementarbestandtheile (Primitivfibrillen) ganz besonders empfehlen. Es liesse sich z. B. der Entzündungsprocess der quergestreiften Musculatur kaum irgendwo besser studiren, als wenn kürzere oder längere Zeit nach einer entzündungserregenden Einspritzung in die vordere Augenkammer die Iris herausgenommen und ihre Musculatur auf die abgelaufenen Veränderungen untersucht würde.

Es könnte sich fragen, ob die Irismusculatur der Vögel und Reptilien, weil quergestreift, auch dem Willenseinfluss unterworfen, ist oder nicht. Beobachtet man die Iris am lebenden Vogel, so bekommt man den Eindruck, als ob die

---

1) Vergl. Schweigger-Seidel, Jahresber. üb. d. Leistungen u. Fortschritte in d. ges. Med. Ber. f. d. J. 1868. I, 1. S. 46.

Bewegungen derselben nicht bloss auf dem Wege unbewussten Reflexes vor sich gehen würden. Man sieht nämlich ein häufiges Oscilliren des freien Irisrandes, welches in Folge des Fehlens regelmässiger Periodicität und erkennbarer äusserer Ursachen ganz den Eindruck des Willkürlichen macht und mich an die Gewohnheit des Augenzwinkerns bei manchen Menschen erinnerte. Freilich ist auch bei letzterer die Grenze zwischen Bewusst und Unbewusst, zwischen willkürlicher und unwillkürlicher Bewegung schwer zu ziehen. Andererseits kann man auch an der menschlichen Iris, zumal in gewissen Krankheiten, derartige Oscillationen bei gleichbleibendem äusserem Reiz beobachten; nur sind dieselben entsprechend dem Charakter der glatten Musculatur langsamer und nicht so häufig. Dagegen habe ich die Vogeliris auf intensiven Lichtreiz sich nie bis zu dem Grad contrahiren sehen, dessen die menschliche Iris fähig ist. Die Vogelpupille bleibt verhältnissmässig weit.

Iris der Amphibien.

Aus dieser Classe habe ich Triton taeniatus, igneus und cristatus, Salamandra maculata, Rana esculenta und temporaria, endlich Bufo cinereus untersucht. Letztere Art eignet sich besonders für unseren Zweck, da das Irisstroma hier nicht in dem Grad von Pigment verhüllt ist, wie bei den übrigen genannten Species. Es bildet nämlich bei Bufo das Stratum nigrum ähnlich wie bei Lacerta, keine durchaus continuirliche Lage, sondern besteht aus mehr zerstreuten Zellen, welche sich, wie dort, nur gegen den Pupillarrand hin dichter anhäufen. Dieser erscheint daher schwarz gesäumt, während die übrige Iris auf beiden Seiten einen lebhaften, weissen Glanz darbietet, wie wir dies an der Fischiris in noch höherem Mass finden werden. Uebrigens beruht

diese beiden Klassen gemeinsame Erscheinung bei jedem auf einem wesentlich anderen Substrat; beim Fisch sind es Krystalle, bei der Kröte dagegen Pigmentzellen von im auffallenden Licht weisser, im durchfallenden von verwaschen rothbrauner Farbe, welche dem bei den Reptilien beschriebenen Stromapigment entsprechen. Die Gestalt derselben ist hier einfacher als dort, was mit ihrer dichteren Anordnung zusammenhängt. Dieses Pigment bildet übrigens nur eine einfache Lage.

Bei den übrigen oben aufgeführten Amphibien sind beide Flächen der Iris dicht von schwarzem Pigment überzogen, welches keinen Durchblick gestattet und schwer durch mechanische Mittel zu entfernen ist.

In der Gegend, wo bei den Säugethieren der Sphinkter pupillae gelegen ist, sieht man auch bei den Amphibien eine concentrisch angeordnete Faserung. Dieselbe ist mehr weniger stark, am schwächsten bei der Kröte, pigmentirt; doch sieht man die stäbchenförmigen oder gestreckt ovalen Kerne durchscheinen. Bei Rana esculenta fand ich die glatten Sphinkterfasern 0,08 Mm. lang und 0,0075 Mm. breit, bei Bufo 0,005 Mm. breit. Beim Frosch glaubte ich unter dem hinteren Stratum nigrum eine gleichfalls pigmentirte radiäre Faserung wahrzunehmen, während ich bei der Kröte keine solche habe entdecken können. Ohne Zweifel wird dies genaueren Nachforschungen gelingen.

Das Bindegewebe ist in der Iris der Amphibien reichlich entwickelt, deren Beweglichkeit entsprechend herabgesetzt.

Iris der Fische.

Musculöse Elemente sind meines Wissens in der Fischiris noch nicht mit Sicherheit erkannt worden. Daher wurde

derselben von G. Carus[1]) und Johannes Müller[2]) Beweglichkeit überhaupt abgesprochen.

Bei Cyprinus barbus lässt sich die Iris leicht in zwei frontale Hälften, in ein vorderes und ein hinteres Blatt trennen.

Jenes wird von dem nadelförmigen krystallinischen Pigment dicht erfüllt, welches der vorderen Irisfläche ihren schönen Silber- oder Goldglanz verleiht.

Das zweite, hintere Blatt besteht hauptsächlich aus Bindegewebe und Blutgefässen und ist auf seiner hinteren Fläche von zweierlei Pigment überzogen. Das oberflächliche (Stratum nigrum) ist continuirlich, während das darunter gelegene, bei durchfallendem Licht rothbraune Pigment in grossen, von eingeschnittenen Rändern begrenzten Platten angeordnet ist, welche miteinander in Verbindung stehen, übrigens Lücken frei lassen. In diesen Platten sieht man gewöhnlich eine Anzahl von hellen Kernen eingestreut, welche von einem dunkleren Hof von Pigmentkörnern umgeben sind.

Die Anordnung der Irisgefässe fand ich beim Fisch noch eigenthümlicher als bei den Reptilien. Statt an Weite abzunehmen, nehmen sie vielmehr von aussen nach innen, vom Ciliar- gegen den Pupillarrand, beträchtlich zu, indem sie sich während dieses Verlaufs zu immer dickeren Stämmen vereinigen. Leider fehlte mir die Zeit, diese interessanten Verhältnisse weiter zu verfolgen. Ich bezweifle nicht, dass eine eingehende vergleichend-anatomische Untersuchung der Gefässanordnung in der Iris der verschiedenen Wirbelthierklassen zu Resultaten führen würde, welche für das Verständniss der Anatomie sowohl als besonders der Physiologie der Iris gleich von Werth sein dürften.

---

1) l. c. p. 273.

2) Handb. d. Physiol. d. Menschen. Bd. II. S. 314.

Die Irismusculatur ist auch hier glatt. Die Sphinkterfasern sind gegen die hintere Fläche zu mehr oder weniger pigmentirt, übrigens nicht so stark wie bei den Amphibien. Sie sind dicht durcheinandergeflochten; ihre Breite beträgt 0,005 Mm.

Die radiären Fasern, welche unmittelbar unter der Basalmembran liegen, sind zart und blass. Dieselben sind in eine Schicht von gleichfalls radiär gerichteten sehr feinen Bindegewebsfibrillen eingebettet. Diese treten nach mehrwöchiger Aufbewahrung in Müller'scher Flüssigkeit besonders deutlich hervor.

Die glatten Muskelfasern der Fischiris sind (nach vorausgegangener Chlorwasserbehandlung zur Entfärbung des Pigments) durch Zusatz von verdünnter Kalilauge sehr viel leichter zu isoliren, als dies bei den übrigen Wirbelthierklassen der Fall ist.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Tangentialdurchschnitt der Iris des Menschen (nach Henle). 1. vordere, 2. mittlere, 3. hintere Schichte des Irisstroma St. n. Stratum nigrum.

Fig. 2. Radiärdurchschnitt der Iris des Schweins. *D* Längsdurchschnitt des m. dilatator pupillae. *S* Querdurchschnitte der Faserbündel des m. sphincter pupillae. *G* Lumina durchschnittener Gefässe.

Fig. 3. Tangentialschnitt einer dunkeln Iris vom Kalb, um das Netzwerk der Stromapigmentzellen darzustellen. *D* Querdurchschnitt des m. dilatator pupillae.

Fig. 4. Pigmentirtes Faserbündel des m. sphincter iridis vom Fisch. Vergr. Hartnack Object. VII.

Fig. 5. Isolirte Fasern des m. dilatator pupillae vom Menschen. Vergr. Hartnack Object. VIII.

Fig. 6. Pigmentzellennetz aus der hinteren Schichte des Stroma einer dunkeln Rindsiris. Vergr. Hartnack Object. VIII.

Fig. 7. Irispigment von Lacerta muralis. *7 a* Stratum nigrum der hinteren Irisoberfläche. *7 b* Tiefere Lage von im durchfallenden Licht rothbraunem Pigment.

Fig. 8. Isolirte Zellen des Endothelüberzugs der Iris beim Menschen von der Seite betrachtet.

Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.



Fig 2



Fig. 1.


Fig. 4.


Fig. 5

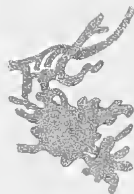

Fig. 7a.


Fig. 6.


Fig. 7b.


Fig. 8.

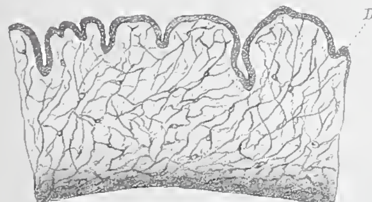


Fig. 3

Verlag v. F.C.W. Vogel in Leipzig.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.